# Ökologische Phytoplanktonuntersuchungen an Flachgewässern der Umgebung Erlangens

Inauguraldissertation
der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-NÜRNBERG 1963
zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von

Reinhard Schmid
aus Bad Schlag

Bayreuth
Im Selbstverlag. Druck: Ellwanger, Bayreuth
1963

Als Dissertation genehmigt
von der Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Erlangen-NÜRNBERG

Tag der mündlichen Prüfung: 27. November 1963
Dekan: Universitätsprofessor Dr. H. Behrens
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. J. Schwemmle
Berichterstatter: Universitätsprofessor Dr. W. Haupt

Sonderdruck aus:
Bericht der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Band XI 1961/63

# Ökologische Phytoplanktonuntersuchungen an Flachgewässern der Umgebung Erlangens

(AUS DEM BOTANISCHEN INSTITUT DER UNIVERSITÄT ERLANGEN-NÜRNBERG)

*Von Reinhard Schmid*

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

Seite

I. Einleitung . . . . . 290
II. Problemstellung . . . . . 291
III. Methodik . . . . . 292
1. Biologische Untersuchung . . . . . 292
2. Chemisch-physikalische Untersuchung . . . . . 294
IV. Ergebnisse und Diskussion . . . . . 295
A. Die einzelnen Gewässer als Lebensmilieu für die Planktonalgen
1. Topographie, Morphometrie und Vegetationsverhältnisse . 295
a) Die Altwässer der Rednitz . . . . . 295
b) Die Fischteiche . . . . . 297
2. Chemische Milieufaktoren . . . . . 297
a) Das Phosphat . . . . . 298
b) Der anorganische Stickstoff . . . . . 299
c) Karbonathärte und Gesamthärte . . . . . 299
d) Eisen und Mangan . . . . . 300
e) Kieselsäure . . . . . 301
f) Der Kaliumpermanganatverbrauch . . . . . 301
B. Vergleich der Altwässer während zweier Untersuchungsjahre (1960/61)
1. Das Altwasser bei Oberndorf . . . . . 301
a) Der Herbstaspekt 1959 . . . . . 302
b) Der Winteraspekt 1959/60 . . . . . 303
c) Der Frühjahrsaspekt 1960 . . . . . 303
d) Der Sommeraspekt 1960 . . . . . 304
e) Der Herbstaspekt 1960 . . . . . 305
f) Die wesentlichen Veränderungen im 2. Untersuchungsjahr (1961) . . . . . 306
2. Das Altwasser beim Erlanger Wasserwerk West (Schwarzbauerngrube) . . . . . 308
a) Die Planktonaspekte vom Herbst 1959 bis Herbst 1960 . 308
b) Die wesentlichen Veränderungen im 2. Untersuchungsjahr (1961) . . . . . 310
3. Das Altwasser bei Vach . . . . . 311
a) Untersuchungsjahr 1960 . . . . . 311
b) Untersuchungsjahr 1961 . . . . . 313
4. Die Hauptunterschiede in den Phytoplanktonaspekten in den Altwässern „Schwarzbauerngrube“ und „Vach“ während beider Untersuchungsjahre . . . . . 313
C. Die Fischteiche
1. Der Dechsendorfer Weiher . . . . . 314
2. Die beiden gedüngten Fischteiche . . . . . 316
a) Der Kosbacher Dorfweiher . . . . . 316
b) Der Dummetsweiher . . . . . 317
D. Die Stellung unserer Gewässer im Thunmarkschen Chlorococcal-Desmidialsystem
V. Zusammenfassung der Arbeit . . . . . 318
VI. Abbildungen einiger charakteristischer Phytoplanktonaspekte . 322
VII. Graphische Darstellungen und Tabellen . . . . . 332
VIII. Artenliste . . . . . 341
Literaturverzeichnis . . . . . 351

## I. EINLEITUNG

War es noch bis vor etwa 20 Jahren üblich, Gewässer auf ihr Phytoplankton hin nach rein taxonomischen Gesichtspunkten zu untersuchen, so werden heute Arbeiten, die im wesentlichen aus einer Aufzählung der gefundenen Algenarten bestehen, selten. Man ist vielmehr allgemein dazu übergegangen, diese im Hinblick auf den gesamten Stoffumsatz und das Gesamtleben eines Gewässers, also im Hinblick auf die Limnologie hin, auszurichten.

Als leitender Gesichtspunkt für eine Einteilung der Gewässer diente schon seit langem der Trophie-(=Nähr-)Begriff, wobei man besonders die Urproduzenten organischer Substanz, die Planktonalgen, ins Auge faßte und schließlich Phytoplanktonproduktion und Nährstoffspektrum als gleichwertige Definitionsgrundlagen betrachtete. Es stellte sich heraus, daß dem Phosphor und Stickstoff, wie im Meer, die Rolle von produktionsbegrenzenden Faktoren zukommt.

Besonders bei Kleingewässern ergab sich jedoch die Schwierigkeit, daß in den chem. Analysen vielfach nicht die verfügbaren von den adsorbierten oder sonst irgendwie festgelegten Nährstoffen unterschieden werden konnten (vgl. OHLE, 1935). Versuche mit radioaktivem Kohlenstoff zeigten außerdem, daß der Gehalt an P und N im Wasser nur das Ergebnis eines labilen Gleichgewichts zwischen verfügbaren Substanzen und Organismen ist, die diese ausnutzen. Man bestimmt also nur die Menge an Pflanzennährstoffen, die sich gerade im Durchgang von einem Organismus zum anderen befindet, so daß nicht der jeweilige Bestand, sondern die Umsatzgeschwindigkeit entscheidend ist.

In neuerer Zeit wurden Methoden ausgearbeitet, die Urproduktion organischer Substanz, also die Assimilation der Planktonalgen pro Flächen- und Zeiteinheit, direkt zu erfassen. Dabei ergab sich, daß die Trophiestufen nach der Primärproduktion einerseits und dem chemischen, speziell dem P- und N-Standard andererseits, nicht homolog sind, auch nicht in Seen, wo die Adsorption der Nährstoffe an Kolloide verhältnismäßig gering ist.

In den letzten Jahren hat sich allgemein die Erkenntnis durchgesetzt, daß die Ermittlung der Primärproduktion, also der Photosynthese des Phytoplanktons, der einzig genaue und quantitative Weg ist, den Trophiegrad eines Gewässers festzustellen.

Die früheren Befunde von Eu- und Oligotrophie sind also großenteils zu revidieren.

Bei unseren Untersuchungen an Kleingewässern im Raum um Erlangen war es jedoch aus methodischen und zeitlichen Gründen nur möglich, die jeweils bei den Probeentnahmen vorhandene Biomasse, oder das „standing crop" (stehende Ernte), zu ermitteln. Damit konnte zwar eine Beziehung zur Primärproduktion hergestellt (vgl. RODHE, 1958 b), diese aber selbst nicht gemessen werden, denn man kann jetzt noch keine Angaben über das „turnover" machen, die Geschwindigkeit, mit der sich die Planktonalgen erneuern. Die scharfen Zacken in den Planktonkurven und auch Versuche mit $C^{14}$ weisen jedoch auf die bedeutende Kurzlebigkeit der Phytoplankter hin, so

daß sich bei einer Probeentnahme in achttägigem Abstand diese schon mindestens einmal erneuert haben.

Zur Charakterisierung eines Gewässers gehören ja aber nicht nur die quantitativen Gesichtspunkte der Produktion, denn die Limnologie befaßt sich mit „der Feststellung des Gesamtlebens der Binnengewässer als Wechselbeziehung zwischen Lebensraum und Lebensgemeinschaft und doch als einer Einheit höchster Ordnung“ (SCHMIDT-RIES, 1953).

## II. PROBLEMSTELLUNG

Während Arbeiten über das Phytoplankton von Seen in der Literatur einen breiten Raum einnehmen, liegen regelmäßige, jahreszeitliche und vor allem quantitative Untersuchungen an kleinen, teichartigen Gewässern nur in geringem Maße vor.

So wird die Jahreskurve des Gesamtphytoplanktons aus dem „Dechsendorfer Weiher“ bei Erlangen (GLENK, 1956) noch in GESSNERS Hydrobotanik II (1959) als einzig verfügbares Beispiel für die jahreszeitliche Schwankung der phytoplanktischen Biomasse in einem seichten, thermisch ungeschichteten Gewässer angeführt. Hierfür bietet aber gerade die Umgebung Erlangens sehr günstige Voraussetzungen mit zahlreichen Fischteichen und vielen Altwässern der Rednitz.

Die vorliegenden Untersuchungen sollten an die Arbeit über den Dechsendorfer Weiher anschließen, diese in soziologisch-ökologischer Hinsicht fortführen und dadurch zugleich einen Beitrag zur genaueren regionalen Kenntnis der planktischen Algen im fränkischen Raum leisten.

Nach Voruntersuchungen im Herbst 1959, bei denen Stichproben aus einer ganzen Reihe von Gewässern entnommen worden waren, bei vielen aber eine dauernde Untersuchung nicht lohnend erschien, wurden schließlich drei Altwässer der Rednitz nach folgenden Gesichtspunkten ausgewählt (vgl. Abb. 1, S. 320):

1. **das Altwasser südwestlich von Oberndorf** (vgl. Abb. 3, S. 321), in das keinerlei Abwässer gelangen, so daß das Erlanger Wasserwerk hieraus in Trockenperioden Wasser abpumpt, um es versickern zu lassen;
2. **die „Schwarzbauerngrube“** unterhalb des Erlanger Wasserwerks West, in die Rednitzwasser bei der Wiesenbewässerung gelangt, und in die außerdem bei der Trinkwasseraufbereitung anfallende Eisen- und Manganhydroxide eingeleitet werden;
3. **das Altwasser bei Vach,** nahe Fürth, das zwar nur selten bei Hochwasser mit der Rednitz in Verbindung steht, jedoch von unmittelbar angrenzenden Haushaltungen beträchtliche Mengen an Drainagewasser erhält.

Ein Vergleich dieser drei Gewässer sollte die Hauptaufgabe darstellen. Die ersten beiden wurden zudem auch von Herrn JAKOB (Zoologisches Institut der Univ. Erlangen) auf Rotatorien hin untersucht, so daß sich die Möglichkeit ergab, auf Wechselbeziehungen zwischen Phyto- und Zooplankton zu achten. Im zweiten Untersuchungsjahr (1961) wurden dann noch drei der

großen Fischteiche im sandigen Keupergebiet auf der linken Rednitzseite einbezogen, und zwar

4. nochmals der **„Dechsendorfer Weiher"**, den GLENK 1956 bereits bearbeitet hatte, von dem aber noch einige chem. Bestimmungen sowie die Messungen der Biomasse nach der Chlorophyllmethode (vgl. GESSNER, 1944) nachgetragen werden sollten;
(Die Veröffentlichung dieser Ergebnisse folgt.)
5. der untere **Dorfweiher bei der Ortschaft Kosbach**, und schließlich
6. der sich in Richtung Alterlangen anschließende **„Dummetsweiher"** (vgl. Abb. 4, S. 322), die beide, im Gegensatz zum Dechsendorfer Weiher, extrem gedüngte Fischteiche darstellen.

## III. METHODIK

Da ein botanisches Institut natürlich nicht eigens für limnologische Untersuchungen eingerichtet ist, mußte manchmal von den hierfür üblichen Methoden abgewichen werden, und es ist daher erforderlich, die entsprechenden Behelfslösungen jeweils anzuführen.

### 1. Biologische Untersuchung

#### a) Probeentnahme

Es wurde versucht, die Häufigkeit der Probeentnahme möglichst dem Wechsel der Planktonaspekte anzupassen. Obwohl es wünschenswert ist, im Frühjahr und Herbst jeden zweiten oder dritten Tag eine Untersuchung vorzunehmen, wie es auch GLENK 1952/53 tat, war bei der Bearbeitung mehrer Gewässer eine solche nur in achttägigem Abstand möglich und im Hinblick auf die Problemstellung auch ausreichend. Während der Sommerstagnation konnte bei einförmiger Planktonzusammensetzung diese Zeitspanne sogar noch auf 14 Tage oder drei Wochen ausgedehnt werden.
Da meistens kein Kahn zur Verfügung stand, wurde eine MEYERsche Schöpfflasche vom Ufer aus an verschiedenen Stellen in die Teiche geworfen, die sich dann während des Zubodensinkens füllte. Der Verschluß konnte auch erst in einiger Tiefe geöffnet und auf diese Weise ein größerer Prozentsatz an Tiefenwasser gewonnen werden. DIMITZ entnahm übrigens 1938 bei der Untersuchung des Attersees auf ganz ähnliche Weise seine Proben.

#### b) Quantitative Bestimmung des Phytoplanktons

Die Anreicherung des Planktons zum Erfassen aller Formen und für die Bestimmung der Biomasse nach der Auszählmethode geschah nach dem Verfahren der doppelten Sedimentation (VOLK, 1901), das auch GLENK in Ermangelung eines „umgekehrten Mikroskops" nach UTERMÖHL übernommen hatte, wobei das Plankton gleich an Ort und Stelle mit JKJ fixiert und dann im Institut sedimentiert wurde, zuerst in einer $^1/_2$-l-Flasche, der Bodensatz ein zweites Mal in einem Meßzylinder und gegebenenfalls noch ein drittes Mal in der Fangtube, in der die Probe aufbewahrt wurde.

Je nach den Erfordernissen erfolgte so eine 50- bis 200fache Anreicherung. Von dem Konzentrat wurden dann in der bei GLENK beschriebenen Weise Zählpräparate auf einer Zählplatte angefertigt.

Viele Cyanophyceen, die Gasvakuolen besitzen, lassen sich jedoch nicht sedimentieren. Sie bilden oben im Flaschenhals einen Überzug auf dem Wasser, und können so direkt in die Fangtuben abpipettiert werden.

Infolge des Umfüllens der sedimentierten Algen ergab sich jedoch noch eine Schwierigkeit insofern, als koloniale Verbände, besonders von Chrysophyceen und planktischen Diatomeen, zerschlagen oder in kleinere Bruchstücke aufgelöst wurden. Ihre Auszählung erfolgte daher direkt, ohne Anreicherung, in einer 5-ccm-Kolkwitzkammer bei Lupenvergrößerung des Mikroskops, denn für quantitative Gesichtspunkte interessieren ja sowieso meist nur die Massenformen, und eine Lebendanreicherung mit Hilfe der Zentrifuge kann schon allerlei Veränderungen und Fehlerquellen mit sich bringen.

Für ein quantitatives Auswerten der Phytoplanktonpopulationen wäre noch das Membranfiltrierverfahren möglich gewesen, mit gleichzeitigem Glyzerineinschluß der so erhaltenen Präparate (ZELLER, 1941). In bezug auf quantitative Genauigkeit der Sedimentationsmethode zweifellos überlegen, ist es jedoch bei alleiniger Anwendung für eine genaue Bestimmung der Algen oft nicht ausreichend; aus zeitlichen Gründen aber konnte es zusätzlich nicht durchgeführt werden.

Im 2. Untersuchungsjahr (1961), bei gleichzeitiger Bearbeitung von Altwässern und Fischteichen, geschah die Ermittlung der Biomasse nach der sog. Chlorophyllmethode.

Die hierbei gewonnenen Ergebnisse sollen in Kürze veröffentlicht werden.

**c) Die Bestimmung des Phytoplanktons**

In der Hauptsache erfolgte eine Bestimmung der Arten auf Grund des konzentrierten und fixierten Materials, meist gleich im Zusammenhang mit der Auszählung. Bei vielen Flagellaten, wie z. B. *Cryptophyceen, Chlamydomonaden* oder *Gymnodinien* ist jedoch eine Lebendbeobachtung unbedingt erforderlich. Manche Gattungen der *Chrysophyceen,* wie *Chromulina* und *Ochromonas,* wird man überhaupt erst so entdecken. So wurde beim Vorhandensein solcher Formen immer noch zentrifugiertes Plankton lebend untersucht, das in Thermosflaschen vom Weiher zum Institut transportiert worden war.

Um größere und seltenere Plankter zu erbeuten, wurden selbstverständlich auch Netzfänge getätigt (Müllergaze 25). Über die Unbrauchbarkeit des Netzes für quantitatives Arbeiten vgl. z. B. bei GLENK, 1962.).

Als **Hauptbestimmungsliteratur** diente das bis jetzt fünfbändige Werk von HUBER-PESTALOZZI in der Reihe der „Binnengewässer". Da hierbei jedoch noch sowohl die Chlorococcales als auch die Desmidiaceen fehlen, ferner in jüngerer Zeit schon wieder eine Menge neuer Formen beschrieben worden ist, mußten auch Werke von PASCHER (Chlorophyceen, 1915 bzw. 1927), W. KORSCHIKOV und G. S. WEST (Desmidiaceen), A. A. ELENKIN, SCHILLER, H. SKUJA, FOTT, KOMAREK, ETTL und GEITLER heran-

gezogen werden, deren genaue Bezeichnung aus dem Literaturverzeichnis ersichtlich ist.

Besonders bei Lebendbestimmungen erwiesen sich Zeichnungen der betreffenden Arten als sehr vorteilhaft, da die hinfälligen Flagellaten unter dem Deckglas sich oft schnell encystierten oder platzten.

## 2. Chemisch-physikalische Untersuchungsmethoden

a) An Ort und Stelle an den Weihern erfolgten nur die **Temperaturmessungen.** Auf eine Bestimmung der Sichttiefe wurde verzichtet, da sie bei der Art der Probeentnahme vom Ufer aus meist gar nicht möglich war.

b) **pH-Messungen** erfolgten mit einem Gerät der Firma Lautenschläger, München, später auch mit einem pH-Meter nach BECKMANN.

Es zeigte sich, daß die mit diesen beiden Geräten erhaltenen Werte zuverlässiger waren als die auf einem Taschen-pH-Meter (W.T.W.) an Ort und Stelle angezeigten.

c) **Die Alkalinität** (Gehalt an Erdalkalihydrokarbonaten) wurde in bekannter Weise mit n/10 HCl titriert.

d) Gelegentlich, und nur im 2. Untersuchungsjahr, erfolgte die Bestimmung der **Gesamthärte** mit Titriplexlösung (Merck, Darmstadt).

e) **Fe, Mn, $SiO_2$ und $NH_3$** wurden mit einem Näherungskolorimeter der Firma Bergmann und Co. nach MEINCK-HORN in 21,5-cm-Schicht gegenüber einer Farbskala auf einer Trommel gemessen, das Eisen als Rhodanid, Mangan als Permanganat, die Kieselsäure mit Ammonmolybdat und das Ammoniumion natürlich mit NESSLERS Reagenz.

Für Fe, Mn und $NH_3$ stellte 0,1 mg/1, für $SiO_2$ Img/1 die Nachweisgrenze dar.

f) **Phosphat** und **Nitrat,** die ja die wichtigsten Pflanzennähr- und Minimumstoffe im Süßwasser darstellen, ferner noch Nitrit, wurden im Pulfrichphotometer gemessen, und zwar das Phosphat nach der Molybdänblaumethode von DENIGES, modifiziert nach OHLE, das Nitrat nach vorhergehender Reduktion zu Nitrit mit $\alpha$-Naphthylamin und Sulfanilsäure (vgl.: ZIMMERMANN 1954, „Photometrische Metall- und Wasseranalysen").

Die Nachweisbarkeitsgrenze für P als $PO_4^{3-}$ und N als $NO_3^-$ lag bei einigen $\gamma$—/1.

Von dem Nitratnachweis über die Nitritreaktion schreibt GESSNER (Hydrobotanik II, 1959): „Vielleicht wird durch dieses Verfahren eine neue Phase in der Erforschung des N-Haushaltes der Gewässer eingeleitet."

Phosphat gelangte meist nach jeder Probeentnahme zur Bestimmung, der zeitraubende Nitratnachweis war jedoch, besonders im 2. Untersuchungsjahr, nur in längeren Abständen möglich.

g) An neun Untersuchungstagen erfolgte die Titration des **Kaliumpermanganatverbrauches** im membranfiltrierten Teichwasser, der einen Hinweis auf oxydierbare organische Substanzen, besonders Humusstoffe, liefert.

h) **Freie Kohlensäure** konnte nur bei einigen Gewässern im Winter in Spuren mit n/10-Sodalösung nachgewiesen werden; bei den meist hohen pH-Werten ist dies nicht anders zu erwarten.

i) Für **Sauerstoffmessungen** im Teichwasser ist zur Probeentnahme ein RUTTNERschöpfer erforderlich. Da jedoch ein solches Gerät nicht zur Verfügung stand, wurden leuchtgasgefüllte 100-ml-Schliffflaschen verwendet, die, als MEYERsche Schöpfflaschen umgebaut, durch einen Ruck an der Schnur in der gewünschten Tiefe geöffnet werden konnten (vgl. Abb. 2, S. 321). Auf diese Weise kam die Wasserprobe nicht mit der Luft in Berührung.
Nach Zugabe der Chemikalien an Ort und Stelle wurde der sich bildende Niederschlag mit einer Farbskala verglichen (Feldmeßmethode, Farbskala nach Firma Franz-Bergmann-KG, Hamburg).
Nach WEIMANN (1939) können auch in flachen Teichen, wenn sie verunreinigt sind und Massenentwicklungen von Chlorococcales aufweisen, gefährliche tägliche Sauerstoffschwankungen auftreten. Aus Zeitmangel war es jedoch bei den vorliegenden Untersuchungen nur möglich, im Winter, unter dem Eis, in den abwasserbelasteten Gewässern nach der eben beschriebenen Methode einige Feldmessungen vorzunehmen. Hierbei stellte sich heraus, daß stets noch 3—5 mg $O_2$/l vorhanden waren.

## IV. ERGEBNISSE UND DISKUSSION

### A. Die einzelnen Gewässer als Lebensmilieu für die Planktonalgen

#### 1. Topographie, Morphometrie und Vegetationsverhältnisse

**a) Die Altwässer der Rednitz**

α) Der „Weiher" südwestlich von Oberndorf (vgl. Abb. 3, S. 321) wurde, wie bereits erwähnt, als eines der wenigen Gewässer in der näheren Umgebung Erlangens, die nicht durch Abwasser verunreinigt werden, für eine planktologische Untersuchung ausgewählt.
Bei der im Verhältnis zur Breite recht bedeutenden Längserstreckung (ungef. 200×25 m) zeigt er noch deutlich die Gestalt des ehemaligen Flußarmes. Da die Ufer durch Balken befestigt werden, beträgt die größte Tiefe, trotz der Schmalheit des Altwassers, an dessen unterem Ende 4 bis 4,5 m.
Ohne nennenswerten Zu- oder Abfluß wird der Wasserstand lediglich vom Grundwasserspiegel der Talaue bestimmt, wobei das Abpumpen von Wasser in Trockenperioden freilich stärkere Schwankungen verursacht. Praktisch während des ganzen Sommers konnte sich deshalb bei diesen Verhältnissen auf der tieferen Seite eine thermische Wasserschichtung ausbilden, mit einem Gradienten bis zu 7° C (vgl. auch WEIMANN, 1942). Nach dem flacheren Ende zu wuchert die höhere Wasservegetation beträchtlich, wobei vor allem *Stratiotes aloides, Potamogeton natans, Cerato-*

*phyllum demersum, Myriophyllum spicatum* und *Nymphaea alba* in den Vordergrund treten. Am Rand des Gewässers dominiert *Acorus calamus*. Der Untergrund ist mit einer dicken Schicht schwarzer Feindetritus-Gyttja bedeckt.

Am Rande der Talaue gelegen, schließt auf der einen Längsseite, etwas erhöht, Ackerland an, das in zweijährigem Turnus mit Stickstoff-, Kali- und Phosphormineraldünger beschickt wird. Es ist daher verständlich, daß in einem regenreichen Sommer bei dem vorhandenen Sandboden beträchtliche Mengen dieser Mineralien mit dem Grund- und Sickerwasser in den „Weiher" gelangen, wo sie die Zusammensetzung des Phytoplanktons nach Quantität und Qualität entscheidend beeinflussen, wie noch im folgenden gezeigt werden soll.

Wenn eingangs von einem relativ natürlichen Zustand gesprochen wurde, so bezog sich das also nur auf Freiheit von fäulniserregenden Abwässern.

β) Die „Schwarzbauerngrube" in der Nähe des Wasserwerks Erlangen-West

Dieses Altwasser ist bedeutend kleiner (etwa 30 × 100 m), aber genauso tief wie das bei Oberndorf. Es erhält durch einen kleinen Graben das bei der Trinkwasseraufbereitung anfallende Fe- und Mn-Hydroxid, wobei es aber nur bei hohem Wasserstand zu einem richtigen Durchfluß kommt.

Gleichzeitig liegt die Schwarzbauerngrube wesentlich näher an der Rednitz als das Oberndorfer Altwasser, so daß sie nicht nur von deren gelegentlichen Hochwassern erfaßt wird, sondern auch von der künstlichen Wiesenbewässerung mit Flußwasser im späten Frühjahr. Dieses aber ist stark mit Abwässern der Städte Nürnberg, Fürth und Zirndorf belastet.

Bei so starker anthropogener Beeinflussung sind natürlich einseitige Phytoplanktonaspekte zu erwarten, worauf auch schon das praktisch völlige Fehlen höherer Wasservegetation hindeutet. Der Gewässergrund ist mehr sandig und durch die ausgefällten Fe- und Mn-Hydroxide rotbraun gefärbt. Windgeschützte Lage und beträchtliche Tiefe begünstigen wieder die Ausbildung einer thermischen Wasserschichtung.

γ) Das Altwasser bei Vach, ebenso wie das Oberndorfer Altwasser schmal, langgestreckt und abflußlos (etwa 400×50 m); es erreicht jedoch in der Mitte nur eine Tiefe von 1,70 m.

Von Haushaltungen am Hang auf der flußabgewandten Längsseite sickern beträchtliche Mengen an Drainagewasser ein, so daß sich nicht nur eine üppige Ruderalflora am Ufer entwickelt, sondern auch die planktische sowohl wie die benthische Wasservegetation ungeheuer wuchert. Neben *Ceratophyllum demersum, Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton crispus* breitet sich besonders auch *Nuphar luteum* jeden Sommer fast über die gesamte Wasserfläche aus, obwohl seine Rhizome und Sprosse in jedem Herbst vom Teichwirt wieder weitgehend beseitigt werden. Die Lage vor einem Südhang und die gleichzeitige Flachheit des Gewässers ermöglichen im Vergleich zu den beiden anderen Altwässern größere Temperaturschwankungen.

b) *Die Fischteiche*

α) Der Dechsendorfer „Weiher"

Zu seiner Charakterisierung sollen kurz die wichtigsten Daten aus der GLENKschen Arbeit übernommen werden:

Mit 40 ha Fläche und 1,5 km Länge, bei jedoch nur 2,8 m Maximaltiefe stellt er zur Zeit das größte stehende Gewässer Mittel- und Oberfrankens dar. Die flachen Ufer sind mit *Phragmites communis* und *Scirpus lacustris* bestanden, auf die gegen das Pelagial zu *Potamogeton crispus, Ranunculus aquatilis* und *Nymphaea alba* folgen. Von den Submersen sind *Ceratophyllum* und *Elodea* reichlich vertreten. Der Boden ist in einem Teil des Weihers mit reinem Sand, meist aber mit Grobdetritusgyttja bedeckt.

An anthropogenen Einflüssen kommt praktisch nur der sommerliche Badebetrieb in Betracht, denn häusliche Abwässer werden nicht eingeleitet, und auch Mineraldünger spielt keine Rolle, da der Teich auf allen Seiten von trockenen Kiefernwäldern auf Burgsandstein (Keuper) oder etwas versauerten Wiesen umgeben ist.

Sind beim Dechsendorfer Weiher somit die Voraussetzungen vorhanden, daß sich artenreiche, natürliche Planktongemeinschaften entwickeln können, so trifft für die beiden anderen Teiche gerade das Gegenteil zu.

β) Der untere Kosbacher Dorfweiher bedeckt etwa 4,7 ha Fläche, ist aber maximal nur 1 m (!) tief in der Nähe des Abflusses. Er empfängt von den Ställen und Haushaltungen der Ortschaft bedeutende Mengen organischer Dungstoffe, wird zusätzlich stark gekalkt und mit Thomasphosphat beschickt. Der Weiherboden ist mit einer dicken, schwarzen Faulschlammschicht bedeckt, aus der beim Einstechen große Mengen an Schwefelwasserstoff entweichen.

Es liegt zweifellos ein Fall von Überdüngung eines Gewässers vor.

Etwa 500 m unterhalb des Dorfes, auf die Ortschaft Büchenbach zu, schließt sich der sog.

γ) Dummetsweiher an (vgl. Abb. 4, S. 322). Er bedeckt eine Fläche von ca. 10,4 ha und ist am Abstich fast 2 m tief. Auf einer Längsseite von Erlenbruchwald, auf den übrigen Seiten von etwas versauerten Wiesen umgeben, dürfte der Einfluß von Abwässern von der Ortschaft Kosbach her keine große Rolle mehr spielen, obwohl der Abfluß des Dorfweihers gleichzeitig den Zufluß des Dummetsweihers darstellt. Im Gegensatz zu jenem Teich finden sich hier in der Uferregion reiche *Nymphaea-alba-Bestände,* auf die ein Röhricht aus *Phragmites com., Scirpus lac.* und *Iris pseudacorus* folgt. Den Hauptdünger stellen hier Kalk und Thomasphosphat dar. Die jährliche Kalkgabe beträgt 80—100 Ztr., die für Thomasphosphat etwa 70 Ztr.

## 2. Chemische Milieufaktoren

Dem Zusammenhang zwischen der Phytoplanktonvegetation und dem chem. Milieu im Wasser nachzuspüren, war lange Zeit eine der Hauptrichtungen im limnologischen Arbeiten, wobei den Minimumstoffen für die Ernährung der

Planktonalgen, dem Stickstoff und Phosphor, besonderes Augenmerk gewidmet wurde.

Doch wie bereits in der Einleitung erwähnt, können vielfach nicht die verfügbaren von den adsorbierten Nährstoffen unterschieden werden, was besonders für Teiche gilt, denn hier ist „der Stoffwechsel bei weitem komplizierter und schwieriger zu übersehen als in Seen, da bei der geringen Höhe des Wassermediums meistens schwer zu entscheiden ist, welcher Einfluß vom Sediment, von den Wasserorganismen oder von der Atmosphäre kommt" (OHLE, 1935).

Eine trophische Charakterisierung und Typologisierung von Gewässern ist daher nur auf Grund der Primärproduktion möglich (vgl. Einleitung und ELSTER, 1958).

In diesem Sinne sind daher auch die folgenden chem. Bestimmungen zu werten, die keine direkte Auskunft über die vorhandenen Ernährungsmöglichkeiten für die Algen geben, wohl aber aufzeigen, ob der Stoffwechsel des Gewässers harmonisch abläuft oder stark gestört ist (vgl. GESSNER, 1935).

**a) Das Phosphat**

Die Abb. 38 auf S. 338 zeigt den Gehalt an anorgan. P in unfiltriertem Teichwasser, wie er sich nach der Molybdänblaumethode ergibt. Es wurde entsprechend auch bei den Messungen im Pulfrichphotometer mit unfiltriertem Teichwasser kompensiert, da die Extinktion der Reagenzien zu vernachlässigen ist.

In sauerstoffreichen und flachen Kleingewässern, wie sie in unserem Fall vorliegen, spielt die Adsorption des Phosphats an Fe- und Mn-Hydroxid-Sole, ferner an Humusstoffen und organischen Kolloiden eine bedeutende Rolle, wodurch dieses dann nicht mehr durch die Zellmembranen der Algen aufgenommen werden kann.

Im 2. Untersuchungsjahr wurde einige Male der P-Gehalt des unfiltrierten mit dem des membrangefilterten Teichwassers verglichen (vgl. Tabelle 3, S. 339), wobei letzterer dann meist sehr viel niedriger war, da sich auf dem Filter ein Überzug von $Fe(OH)_3$-Gel bildet, der $PO_4^{3-}$ adsorbiert (vgl. OHLE, 1937).

Meines Erachtens sind aber hieraus noch keine zwingenden Schlüsse auf die wirklichen Adsorptionsverhältnisse im Teich möglich. Die Tabelle auf S. 339 zeigt, daß im $PO_4^{3-}$-Gehalt unfiltrierten und gefilterten Teichwassers beträchtliche, aber auch gar keine Unterschiede auftreten können.

Aus den Kurven ergibt sich, daß in dem Altwasser von Vach und der Schwarzbauerngrube (die obersten beiden Kurven in Abb. 38) P während der meisten Zeit des Jahres in großen Mengen vorhanden war; besonders Vach zeigt im Hochsommer enorme Werte (über 0,2 mg/l), die auch fast in voller Höhe verfügbar sein dürften, da der Gehalt an Eisen und Mangan ständig um mindestens eine Zehnerpotenz niedriger lag als in den übrigen Gewässern. In der Schwarzbauerngrube liegen hinsichtlich des verfügbaren P die Verhältnisse, besonders im Hochsommer, gerade umgekehrt.

Im **Oberndorfer Altwasser** fällt auf, daß die P-Konzentrationen 1960 während des ganzen Sommers meist unter der Nachweisbarkeitsgrenze von etwa 0,005 mg/l, im ganzen folgenden Jahr jedoch verhältnismäßig hoch lagen. Hierfür dürfte eine frische Mineraldüngergabe auf die benachbarten Äcker verantwortlich sein.

Im **Dechsendorfer Weiher** blieb der Gehalt an anorgan. Phosphat-P sogar von Anfang April bis Ende September ständig unter der Nachweisgrenze oder nur wenig darüber, während zu dieser Zeit der

untere **Kosbacher und der Dummetsweiher** die höchsten Werte erreichten. (Von den beiden gedüngten Fischteichen wurde in Abb. 38 nur der Dummetsweiher angegeben.)

**b) Der Gehalt an anorgan. Stickstoff** (vgl. Abb. 39, S. 339, und Tabellen 4 u. 5, S. 339 u. 340).

Die höchsten Werte an Nitratstickstoff, auch während des Sommers, weist die **Schwarzbauerngrube** mit 0,1 bis über 3 mg/l (!) auf. Diese Befunde stimmen mit denen von OHLE (1935) überein, der bei einem schlesischen „Trurwasserteich" (mit besonders Fe-reichem „Druckwasser") ebenfalls sehr hohe Nitratwerte fand (1,4 mg/l), und BEUSCHOLD wies bei der Untersuchung der Seidenbachtalsperre sogar 3,2 mg Nitratstickstoff pro Liter Wasser nach (BEUSCHOLD, 1961).

Während der Wintermonate stand jedoch das **Altwasser von Vach** kaum nach, und nur im Frühjahr und Frühsommer machte sich offenbar das kräftige Wachstum der höheren Wasservegetation in einem fast völligen Schwund des N bemerkbar.

**In Oberndorf** ergab sich ein Unterschied im Nitrat-Gehalt zwischen den beiden Untersuchungsjahren entsprechend dem beim P-Gehalt.

**Bei den Fischteichen** ist auffallend, daß nicht nur im Dechsendorfer, sondern auch in den beiden anderen stark gedüngten Weihern die sommerlichen Nitratstickstoff-Konzentrationen stark zurückgingen (vgl. Tabelle S. 339). Vielleicht benötigt Aphanizomenon, das dann eine Wasserblüte bildet, mehr N als P für ihr Wachstum. Dies ist nämlich für eine andere wasserblütenbildende Blaualge, *Diplocystis flos-aquae*, bekannt (GERLOFF und SKROOG, 1957 a), wobei der N-Bedarf das bis zu 20fache des P-Bedarfs beträgt.

N als $NO_2$— (vgl. Tabelle S. 340) erreichte wiederum in der Schwarzbauerngrube und in Vach besonders hohe Werte, und zwar im Sommer 0,005 bis 0,065 mg/l, da dann die Tätigkeit der nitritbildenden Bakterien besonders intensiv ist. In den übrigen Gewässern spielte Nitrit nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Das Ammonium-Ion ($NH_4^+$) wurde leider nur einige Male im Winter unter dem Eis mit dem Näherungskolorimeter nach MEINCK-HORN gemessen. In den Fischteichen und in Vach waren dann 0,2—0,4 mg/l vorhanden, in den beiden anderen Altwässern lag es dagegen an der Nachweisgrenze von 0,1 mg/l.

**c) Karbonathärte (Alkalinität, Säurebindungsvermögen SBV) und Gesamthärte** (vgl. Abb. 37, S. 337, und Tabellen 1 und 2, S. 338).

Neben ihrer stoffwechselphysiologischen Bedeutung sind die Erdalkalihydrokarbonate als $CO_2$-Lieferanten für die Phytoplankter besonders wichtig. Die nach $CO_2$-Entzug entstandenen Monokarbonate fallen dann aus (biogene Entkalkung).

Das Ca-Ion wirkt ferner als Adsorptionssubstituent für die vorhandenen Kolloide und befreit auf diese Weise die kostbaren Pflanzennährstoffe wie $PO_4^{3-}$, $NO_3^-$ und $NH_3$ (vgl. OHLE, 1935). Aus diesem Grund erfolgt eine Kalkung der Fischteiche.

Die Darstellungen und Tabellen auf S. 337 und S. 338 verdeutlichen den z. T. bedeutenden Kalkreichtum aller Gewässer mit Ausnahme des Dechsendorfer Weihers, der, wie schon GLENK betont, an der Grenze zwischen Oligo- und Mesotypus des NAUMANNschen Ca-Spektrums bleibt (NAUMANN, 1932). Als am kalkreichsten erwies sich das Vacher Altwasser mit rund 60 bis 120 mg CaO/l (entsprechend einem Säurebindungsvermögen von 2,1 bis 4,3 auf der Abb.). Da die Alkalinität, fast ebenso wie das pH, stark von der Assimilationstätigkeit des Phytoplanktons abhängt, sollen beide im Zusammenhang mit dessen Schwankungen im einzelnen diskutiert werden.

Zum Schluß soll noch erwähnt werden, daß auch suspendierte Monokarbonate, die jedoch den Schwebpflanzen nicht mehr als $CO_2$-Lieferanten dienen, einen höheren Hydrogenkarbonatgehalt vortäuschen können. In stark polytrophen Gewässern kann so auch $HCO_3^-$ ins Minimum geraten, ohne daß dies aus den Analysen hervorginge.

Für die Gesamthärte ergibt sich ein ähnliches Bild wie für die Karbonathärte (vgl. Tabelle 2, S. 338).

**d) Eisen und Mangan**

Der ungünstige Einfluß der Hydroxidsole dieser beiden Schwermetalle für den Nährstoffhaushalt unserer Kleingewässer wurde bereits erwähnt. Bei zu weit getriebener Intensivierung der Teichwirtschaft reichern sich beide im Wasser an, denn sie werden infolge der starken Reduktionswirkung des Schlamms hier freigesetzt und gelangen durch Zirkulationsströmungen ins offene Wasser (OHLE, 1935). Auf diese Weise können sogar dystrophe Verhältnisse in einem Gewässer geschaffen werden (vgl. SCHMIDT-RIES, 1953). Tabelle 6 auf S. 340 zeigt, daß im **Altwasser bei Oberndorf** die vorhandenen Mengen von 0,1—0,45 mg l für Eisen und von 0,2—0,3 mg/l für Mangan schwankten. Nur im 2. Untersuchungsjahr stieg bei intensiverem limnischem Stoffwechsel der Mn-Gehalt im Frühherbst bis auf 0,85 mg/l.

Ganz besonders hohe Mn-Werte, die bis 2,0 mg/l erreichten, wies die Schwarzbauerngrube auf. Sie sind nur aus dem intensiven limnischen Stoffkreislauf und gleichzeitig vom Wasserwerk her eingeleiteten Manganhydroxiden zu erklären.

Erstaunlicherweise blieb der Gehalt an anorg. Eisen im **Altwasser von Vach** trotz seines noch intensiveren limnischen Stoffwechsels praktisch immer unter der Nachweisgrenze von 0,1 mg/l, und auch der Mangangehalt erreichte nur gelegentlich 0,1—0,2 mg/l. Hier wirkt sich sicherlich die ständig hohe

Alkalinität und die chem. Bindung an eingeleitete organische Stoffe (Drainagewasser) aus.

Um der Frage nachzugehen, ob das Eisen in diesem Gewässer vielleicht gar einen Minimumstoff darstellt (nach RODHE, 1948, beträgt das absolute Fe-Optimum z. B. für *Scenedesmus quadricauda* über 0,1 mg/l), wurde gelegentlich im Sommer und Frühherbst auf den Gehalt an biologisch verwertbarem Eisen nach der o-Phenanthrolin-Methode (vgl. RODHE, 1948) geprüft, wobei das dazu verwendete Teichwasser vorsichtig auf $^1/_{10}$ seines Volumens eingeengt wurde.

Beim Farbvergleich mit einer entsprechend verdünnten Eisenstandardlösung ergab sich jedoch, daß stets noch 0,04—0,06 mg biologisch verwertbares Fe l vorhanden waren, die Werte also nicht weit unter dem absoluten Fe-Optimum lagen.

Von den Fischteichen stieg im Dechsendorfer Weiher nur während des besonders intensiven Umwälzens der Wassermassen im ersten Frühjahr der Mn-Gehalt bis auf 0,85, und der Fe-Gehalt bis auf 0,6 mg/l.

Bei den beiden anderen, von denen in der Tabelle stellvertretend nur der **Dummetsweiher** angeführt ist, sind die sehr hohen sommerlichen Werte (bis 1,0 mg l für Fe und Mn) nach dem vorher Gesagten durchaus erklärlich.

**e) Die Kieselsäure,** die nur für die Diatomeen einen Minimumstoff darstellt, war in den meisten Gewässern reichlich vorhanden (vgl. Tab. 7, S. 341). In den Altwässern von Oberndorf und Vach konnte sie jedoch nach Kieselalgenmaxima oder bei Trockenperioden bis unter die Nachweisgrenze der angewandten Methode (1 mg/l) sinken.

Hieraus ergibt sich in diesen beiden Gewässern ein Einfluß niedrigen $SiO_2$-Gehalts auf die Konkurrenzfähigkeit der Diatomeen gegenüber anderen Algengruppen, denn nach Versuchen JÖRGENSENS (1952) an *Nitzschia palea* sind für optimales Wachstum mindestens 2—10 mg l $SiO_2$ erforderlich.

**f) Der $KMnO_4$-Verbrauch** war in den Altwässern ziemlich gering (Oberndorf und Schwarzbauerngrube meist 10—15 mg l). Die Tabelle 8 zeigt ferner, daß der Dechsendorfer Weiher ständig Werte über 20 aufwies, was für einen stärkeren Humuskolloidgehalt spricht, während für die noch höheren Daten der beiden anderen Teiche sicher noch andere organische Abbau- und Stoffwechselprodukte eine Rolle spielen.

Nach dieser kurzen Charakterisierung der Gewässer sollen deren Phytoplanktonaspekte in ihren Grundzügen dargelegt werden, wobei ökologische Einflüsse noch im einzelnen zur Sprache kommen.

## B. Vergleich der Altwässer während zweier Untersuchungsjahre (1960/61)

### 1. Das Altwaser bei Oberndorf

Da dieses Gewässer dem natürlichen Zustand eines Rednitzaltwassers noch am nächsten kommt, soll mit der Schilderung seiner Planktonaspekte begonnen werden.

**a) Der Herbstaspekt 1959.** Im sehr trockenen Frühherbst 1959 (es regnete vom 20. August bis 26. Oktober in Erlangen praktisch überhaupt nicht) zeigten stichprobenartig durchgeführte Voruntersuchungen, daß zunächst die Desmidiaceen artenmäßig, wenn auch nicht mengenmäßig, gut vertreten waren *(Staurastrum gracile, avicula, Dickei, orbiculare; Pleurotaenium trabecula, Arthrodesmus triangularis, Cosmarium div. spec.).*

Dies deutete auf die eingetretene Nährstoffarmut hin.

Ende September bis Ende Oktober stellte dann das Wasser praktisch eine Reinkultur von *Ceratium hirundinella* dar, neben etwas *Peridinium (bipes und cinctum)* und *Mallomonas (accaroides und tonsurata).* Obwohl dieser frühherbstliche Dinoflagellatenaspekt auch in den beiden folgenden Jahren auftrat, brachte es *Ceratium* nicht mehr zu einer solchen Vorherrschaft (vgl. Abb. 5, S. 322).

Infolge der großen Trockenheit konnte sich auch der $SiO_2$-Gehalt des Wassers nicht mehr erneuern, so daß selbst die planktischen Diatomeen, die sonst ständig in dem Altwasser einen wesentlichen Bestandteil der Algengesellschaften bildeten, völlig verschwanden. So war *Ceratium*, das ja die Fähigkeit besitzt, mit Hilfe extrazellulärer Plasmafäden andere kleine Algen verdauen zu können, besonders begünstigt.

Das spätherbstliche Diatomeenmaximum konnte sich erst ab Mitte November ausbilden; zu Beginn des Monats dominierte erst einmal *Synura uvella.* Nachdem dann die einsetzenden Regenfälle den Kieselsäuregehalt des Wassers wieder aufgefrischt hatten, entwickelten sich massenhaft *Stephanodiscus hantzschii,* neben *Fragillaria div. spec., Melosira italica, Synedra* (bes. *acus var. angustissima* und *ulna), Diatoma elongatum* und *Asterionella formosa.* Neben diesen planktischen Formen traten dann aber noch tychoplanktische und benthische Arten in ungewöhnlicher Mannigfaltigkeit auf. Nach Mitteilung von Herrn M. KRESS, der freundlicherweise die Bestimmung der benthischen Diatomeen übernahm, waren in der Probe vom 22. Februar 1959 im Altwasser bei Oberndorf die meisten Kieselalgenarten (insgesamt 51) vertreten, die im Raum um Erlangen überhaupt vorkommen.

Dies ist wohl auf das ungewöhnlich tiefe Absinken und dann den plötzlichen Anstieg des Wasserspiegels in diesem noch relativ natürlichen Gewässer zurückzuführen, wobei Wassermassen und evtl. auch obere Schlammschichten besonders gründlich durchmischt wurden.

Im Dezember kamen die Cryptophyceen *(Crytomonas und Chroomonas)* stärker auf, die fast das ganze Jahr über, bis auf den Hochsommer, einen wesentlichen Bestandteil des Phytoplanktons bildeten, wenn sie es auch nicht zu ausgesprochenen Wasserblüten wie in den anderen beiden Altwässern brachten.

Ab Januar bis einschließlich Oktober 1960 wurden in Oberndorf, wie auch in Vach und der Schwarzbauerngrube, regelmäßig Proben entnommen, chemisch-ökologische Bestimmungen durchgeführt, und die planktische Biomasse durch Zählung der Algen ermittelt. (Bzgl. des Oberndorfer Altwassers sind hierbei jeweils die Abb. 24—26 auf S. 332 33 zu vergleichen.) Um die großen Schwankungen in den Populationsdichten überhaupt veranschaulichen zu können, wur-

den bei den graphischen Darstellungen Kugelkurvenwerte aufgetragen (d. h. die Ordinatenwerte durch vier dividiert und die dritte Wurzel gezogen). Nach oben zu sind die Werte also bedeutend gestaucht.

**b) Der Winteraspekt 1959 60**

Nach einem milden Dezember trat erst vom 9. Januar bis 24. Februar 1960 eine geschlossene Eisdecke auf, wobei die Alkalinität bis auf 1,45 (40,5 mg CaO l) (vgl. Abb. 35 u. 37, S. 337) und das pH bis auf 7,1—7,2 sanken (vgl. Abb. 35 S. 337).

Nach dem Abtauen des Gewässers änderte sich hieran bis etwa zum 25. März nur wenig. Bis zu diesem Zeitpunkt kann auch der Winteraspekt angesetzt werden. Neben den bereits erwähnten Cryptophyceen hielten sich auch den ganzen Winter die planktischen Diatomeen (außer *Stephanodiscus)*, wobei es *Synedra acus var. angustissima* sogar zu beachtlichen Maxima brachte (6. Februar: 272 Zellen/ml, vgl. Abb. 25 S. 332).

Einige Chlorococcalen fristeten nur kümmerlich ihr Dasein *(Scenedesmus, Pediastrum, Raphidionema)*, aber natürlich konnten sich jetzt stenotherme Kaltwasserformen wie *Peridinium aciculiferum* (neben *P. Cunningtonii* und *palatinum)* mit 84 Z ml am 6. Februar, und *Mallomonas akrokomos* recht gut entwickeln, zu denen sich besonders nach dem Abtauen des Eises noch weitere Mallomonasarten *(teilingi, majorensis, tonsurata)* und *Oscillatoria limosa* gesellten.

**c) Der Frühjahrsaspekt 1960**

Er wurde, wie in allen drei Altwässern, von *Stephanodiscus hantzschii* geprägt, das Ende März in Oberndorf über 1600 Z ml erreichte (vgl. Abb. 25 S. 332), wobei das pH infolge der intensiven Assimilationstätigkeit dieser Diatomee auf 8.8—8.9 anstieg, gleichzeitig aber der P-, N- und $SiO_2$-Gehalt des Wassers beträchtlich abnahm (vgl. Abb. 38 und 39 und Tabelle 7 S. 341), letzterer sogar bis unter die Nachweisgrenze von 1 mg/l sank.

An Begleitformen sind besonders Chrysophyceen, wie *Dibobryon (cylindricum, sociale, sertularia), Synura uvella, Kephyrion* und *Pseudokephyrion* hervorzuheben, aber auch die Euglenophyceen mit einer Reihe von Euglena- und Trachelomonasarten (bis 112 Z ml), schließlich noch *Oscillatoria limosa* mit bis zu vier der langen Fäden pro ml.

Mitte April erfolgte, bei anhaltend sonnig-warmem Frühlingswetter, ein plötzlicher, starker Rückgang des Gesamtphytoplanktons, dem wir um diese Zeit ebenso in den meisten anderen Gewässern begegnen werden.

Schon WEIMANN stellte bei der Untersuchung schlesischer Karpfenteiche fest, daß sich Mitte April fast durchweg der „Klarwasserzustand" einstellt (WEIMANN, 1939).

Er hat einmal seine Ursache im ersten Jahresmaximum des Zooplanktons (nach Zählungen JAKOBS waren am 19. April 584 Rotatorien und 29 Crustaceen pro Liter vorhanden (vgl. Abb. 33 S. 336 und SLADECEK, 1958). Zum anderen ist er aber auch bedingt durch eine Selbstverschmutzung des Wassers infolge der ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte der Algen (vgl. LEFÈVRE et al., 1952).

Außer viel Detritus und Schwefelbakterien konnten am 22. April hauptsächlich nur *Cryptomonas*, die zersetzliche organische Stoffe liebt, und *Melosira italica* beobachtet werden.

*Stephanodiscus* war völlig verschwunden und der pH-Wert sank wieder auf 7,7—7,8 (vgl. Abb. 35 S. 337); $SiO_2$ war nicht mehr nachweisbar, jedoch noch P und N (Abb. 38 u. 39 S. 338 u. 339).

Ein Kälteeinbruch Mitte April (vgl. Temp.-Kurve S. 336), der nochmals eine starke Zirkulation des Wassers bewirkte, brachte neben einem Jahresmaximum der Cryptophyceen (1200 Z/ml) und einem nochmaligen Aufkommen von *Stephanodiscus* und *Synedra* einen kräftigen Crysophyceengipfel mit *Uroglena volvox, Mallomonas tonsurata* (bis 728 Z ml) und *Kephyrion div. spec.* (800 Z/ml), wobei das pH noch ein zweites Mal auf 8,9 kletterte (vgl. Abb. 35 S. 337).

**d) Der Sommeraspekt** (vgl. Abb. 6, S. 323).

Der Übergang zum Sommeraspekt ist etwa Mitte Mai anzusetzen. Ähnlich dem April, der nur $^1/_3$ der mittleren Regenmenge (18 mm) brachte, war auch der Frühsommer relativ trocken, der August jedoch dann völlig verregnet (141,5 mm), wobei allerdings nach dem 20. des Monats die Wende zum erneut trockenen und sonnigen Altweibersommer erfolgte.

Anorganischer Phosphat-P war von Mitte Mai bis Ende Oktober nur ganz gelegentlich in wenigen $\gamma$/l nachzuweisen, die Nitratwerte blieben ab Anfang Juni völlig unter der Nachweisgrenze (vgl. Abb. 38 u. 39 S. 338 u. 339).

Bezüglich des Phytoplanktons machte sich der Sommeraspekt an der Zunahme der Chlorococcales, dem Auftreten bestimmter Volvocales und schließlich der Desmidiaceen bemerkbar, jedoch ist der Wechsel im Oberndorfer Altwasser nicht scharf, da die Chrysophyceen auch im Frühsommer noch gute Lebensbedingungen vorfinden.

Erst der Hochsommer und Frühherbst bringen völlig neue Phytoplanktonassoziationen, wie gleich noch ausgeführt werden soll.

Die Chlorococcalen mit den bekannten Gattungen *Scenedesmus, Ankistrodesmus, Pediastrum, Selenastrum, Coelastrum, Dictyosphaerium, Aktinastrum* und *Tetraedron* waren schon seit Anfang April in ständiger Vermehrung begriffen, erreichten jedoch nie eine dominierende Stellung, wie z. B. im Dechsendorfer Weiher (GLENK, 1956).

Von den Volvocales trat *Volvox* selbst bis Mitte Juli manchmal in größerer Zahl hervor (9. Juni: 750 Kolonien/l), daneben auch gelegentlich *Gonium, Eudorina (elegans* und *unicocca), Pandorina, Carteria* und *Chlamydomonas* (selten und nicht näher bestimmbar).

Die Desmidiaceen erreichten schon am 22. Mai ihr Jahresmaximum mit 2000 *Closterium-gracile-Zellen* pro Liter (pH 8,2—8,3), traten dann aber während der übrigen Monate weniger hervor, auch nicht qualitativ (nur einige *Staurastrum-, Closterium-,* und *Cosmariumarten).* Sie erreichen ja ihre Hauptentfaltung in sehr nährstoffarmen Gewässern mit niedrigem pH.

Im Gegensatz zu den beiden anderen „saprotrophen" Altwässern gediehen in Oberndorf die Chrysophyceen auch während des ganzen Frühsommers

sehr reichlich (vgl. Abb. 24 S. 332) und zeigten auch nochmals Anfang September einen kleinen Gipfel in ihrer Kurve. Diese Tatsache ist als ein Hinweis auf den relativ natürlichen Zustand des Gewässers zu werten (vgl. Diskussion).

Neben *Mallomonas (tonsurata, accaroides, caudata), Synura* (22. Juni fast 100 Coenobien ml) und *Uroglena* vermehrte sich *Dinobryon divergens* besonders lebhaft und stellte bis Anfang August immer eine wesentliche Komponente des Netzplanktons dar.

Wie fast das ganze Jahr über, bestimmten auch während des Sommers planktische, meist koloniebildende Diatomeen (nicht *Stephanodiscus!)* wesentlich die Phytoplanktonaspekte mit, denn alle Altwässer erinnern hierbei noch an ihren ehemaligen Flußcharakter (vgl. KICK, 1934). Zweimal, am 9. Juni und 22. Juli, sank der $SiO_2$-Gehalt bis unter die Nachweisgrenze, wobei sich besonders die Maxima von *Synedra acus, Asterionella formosa* und *Melosira italica* auswirkten (vgl. Abb. 25 S. 332).

Die letztgenannte Form dominierte oftmals im Hochsommer und Frühherbst (am 16. August 32 Coenobien/ml zu etwa 30 Zellen).

Dem Hochsommer und Frühherbst aber gab der Dinoflagellatenaspekt mit den großen, sperrigen Zellen von *Ceratium hirundinella,* neben *Peridinium (palatinum, bipes, cinctum),* das Gepräge. Jedoch brachten es diesmal die Dinophyceen nicht wie 1959 zur absoluten Vorherrschaft.

Jetzt traten auch die Cyanophyceen quantitativ etwas stärker in Erscheinung, besonders *Diplocystis, Oscillatoria limnetica, Gomphosphaeria lacustris* und *compacta, Anabaena flos-aquae f. treleasii* und eine chroococcale, häufige Form mit winzigen Zellen in kugelförmigen Gallerten, die als *Aphanotheke clathrata var. brevis* bestimmt wurde.

Obwohl es nie zu einer Wasserblüte kam, brachten es jene Blaualgen am 12. September z. B. immerhin auf einen Gesamtwert von 128 Coenobien pro ml.

Schließlich entfalteten sich im September nochmals stärker die Euglenophyceen, wie schon im Frühjahr, mit einer Anzahl Trachelomonas- aber auch Phacusarten, während die Cryptophyceen Ende August ihr Jahresminimum erreichten.

Von den „Konsumenten" wiesen die Rädertiere (vgl. Abb. 33 S. 336), nach einem starken Rückgang im Juni, am 15. Juli ihren absoluten Gipfel auf 1900/l), daneben am 12. August (1570 l) und am 2. September (1800 l) noch kleinere Maxima.

Die Crustaceen waren Mitte August mit bis zu 670 Tieren pro Liter am häufigsten vertreten.

Zuletzt sei noch erwähnt, daß sich bei gelegentlich während der warmen Jahreszeit durchgeführten Schichtungsuntersuchungen herausstellte, daß in dem Gewässer schon ab 2 m Tiefe die Produktivität erheblich nachließ und in 4—4½ m hauptsächlich nur noch Trachelomonas vorhanden war (z. B. am 5. Mai 1961 in 0—0,5-m-Schicht 18 000 Coenobien von Dinobryon/l, in 3—4 m nur rund 1000/l).

**e) Im Spätherbst** kam es, wie im Vorjahr, wieder zur Massenentfaltung von Stephanodiscus hantzschii, wobei mit 2100 Z./ml am 29. Oktober sogar noch

das Frühjahrsmaximum des gleichen Jahres übertroffen wurde. Der $SiO_2$-Gehalt lag dementsprechend im Oktober an der Nachweisgrenze. Auffallend ist der frühe Eintritt dieses herbstlichen Diatomeenaspekts im Vergleich zu 1959; er wird offenbar von den Niederschlägen bestimmt, die für $SiO_2$-Nachschub sorgen (126,4 mm Regen im Oktober 1960 gegenüber 60,5 im Oktober 1959 nach vorausgegangener noch größerer Trockenheit).

Mitte Oktober stieg auch der N- und P-Standard wieder sprungartig an, während das pH ungefähr auf der gleichen Höhe blieb, und die Alkalinität ständig sank (vgl. Abb. 35—39 S. 337—339).

**f) Die wesentlichen Veränderungen im 2. Untersuchungsjahr (1961)**

Bekanntlich treten in ein und demselben Gewässer in verschiedenen Jahren oft erhebliche Schwankungen hinsichtlich Menge und Zusammensetzung des Planktons auf, wobei man von der „Astasie" des Teiches oder Sees spricht.

Um dieser Frage bezüglich unserer Altwässer nachzugehen, wurde nach der gleichen Methode, die vorher der Zählung des Phytoplanktons gedient hatte, die Häufigkeit der einzelnen Algen geschätzt, und in Anlehnung an JAKOB (1934) sieben Häufigkeitsstufen verwendet ((−) = sehr vereinzelt, bis 5 = massenhaft).

Eine Zählung erfolgte nur noch bei den größeren und häufigeren Coenobien in der 5-ccm-Kolkwitzkammer.

Um zuverlässige und gleichmäßige Schätzungen der Algen-Häufigkeiten zu gewährleisten, geschahen diese hintereinander bei bereits durchbestimmten Proben, auch nochmals für die 1. Vegetationsperiode.

**Im Oberndorfer Altwasser** konnten im 2. Untersuchungsjahr besonders deutliche Veränderungen hinsichtlich des Phytoplanktons gegenüber 1960 festgestellt werden.

Sie machten sich einmal schon in dem bedeutend höheren P- und N-Standard (vgl. Abb. 38 u. 39 S. 338 39) bemerkbar, der, wie bereits erwähnt, auf die frische Mineraldüngergabe bei den benachbarten Feldern zurückzuführen ist. (Nach OHLE, 1953, gehen von den Phosphaten bei Sandboden mit dem durchsickernden Regenwasser 0,032 mg l P verloren, die landwirtschaftlich unbedeutend, doch limnologisch von großem Interesse sind.)

Der bedeutend intensivere limnische Stoffkreislauf machte sich in dem Altwasser in dem hohen Mn-Gehalt des Frühherbstes bemerkbar (vgl. Tabelle 6 S. 340).

Die wichtigsten Veränderungen in der **Phytoplanktonvegetation** sollen folgendermaßen zusammengefaßt werden:

1. **Das Stephanodiscusmaximum** vom Herbst des Vorjahres hielt sich den ganzen Winter hindurch auch unter dem Eis, wobei nur Ende Januar ein Rückgang der Populationsdichten erfolgte (vgl. Abb. 7, S. 323). Nach Versuchen von GRIM und JÄRNEFELT (1950 bzw. 1955) mit der Senkkultur- und Sinktopfmethode ist nun die Verlustgröße für Kieselalgen infolge des Absinkens der Zellen sehr groß; selbst bei der gut schwebenden *Cyclotella melosiroides* beträgt sie 2—20 % Tag, so daß sich die Gesamtmenge der Algen pro Flächeneinheit in acht Tagen erneuern muß.

In unserem Falle muß also auch unter dem Eis eine bedeutende Vermehrung der Stephanodiscuszellen stattgefunden haben, wobei infolge des sonnigen, aber rauhen Wetters im Januar, bei fehlender Schneedecke bis zum 20., relativ gute Assimilationsbedingungen herrschten. Gleiches berichtet auch WEIMANN (1939) aus den schlesischen Karpfenteichen, wo sich selbst im Winter, unter dem Eis, beim Zufluß anorganischer Nährstoffe reiches Plankton entwickeln kann.
Während des ganzen Winters, besonders aber nach dem Abtauen des Eises, gediehen diesmal auch die feinen, dünnen Fäden von Oscillatoria limnetica besonders gut (vgl. Abb. 7, S. 323). Am 10. März erreichte diese Blaualge die Häufigkeitsstufe 3—4, und nahm somit nach Stephanodiscus (5) den 2. Platz ein. Hinzu gesellte sich oft noch *Anabaena flos-aquae f. treleasii.*

2. Die Chrysophyceen traten im Winter und ersten Frühjahr sehr zurück bzw. manche überhaupt nicht auf, wie *Kephyrion* und verwandte Arten. In dessen weiterem Verlauf erschienen jedoch wieder, wie gewohnt, *Uroglena* und *Dinobryon.*
Auch *Closterium gracile* unter den Desmidiaceen brachte es im Mai wieder zu einem Maximum (diesmal schon am 10. Mai).

3. Besonders auffällig aber war Mitte Mai eine Wasserblüte von *Asterionella,* die am 18. Mai über 500 Coenobien ml (!) hervorbrachte, und im Vorjahr keine Parallele hatte. Auch am 12. Juli wurden nochmals 220 Kolonien/ml gezählt. In Übereinstimmung mit Befunden von RODHE (1948) sank zu beiden Zeitpunkten die Phosphatkurve (vgl. Abb. 38 S. 338) mit ungef. 0,020 mg/l auf zwei Minima.
BEUSCHOLD fand in der Seidenbachtalsperre an der Wende April/Mai sogar ca. 1000 Kolonien pro ml.

4. Zu weiteren Wasserblüten gelangten *Mallomonas caudata* (vgl. Abb. 8, S. 324) Mitte Juli und *Chryptomonas erosa* Ende Juli Anfang August (Häufigkeitsstufe 4 für *Mallomonas,* 5 für *Cryptomonas). Mallomonas caudata* (oligosaprob nach LIEBMANN, 1951) war im Vorjahr nur ganz vereinzelt aufgetreten, *Cryptomonas* gegen den Hochsommer zu stark zurückgetreten.

5. Besonders ins Auge springt ferner das diesmalige Massenauftreten von Volvocales (vgl. Abb. 9, S. 324) mit den großen *Volvox-aureus*-Kolonien (am 27. Juli über 10 000/l und Pandorina morum var. maior (am 12. Juli über 23 000/l). Volvox erreichte im vorangegangenen Jahr maximal nur 750 Coenobien l, während *Pandorina* bei den Zählungen überhaupt nicht auffiel.

6. Im Herbst gediehen dann die Cyanophyceen noch deutlich besser als im Vorjahr, und zwar besonders *Anabaena affinis, Aphanotheke clathrata var. brevis, Oscillatoria limnetica* und *Diplocystis flos-aquae.* Einige Male wurde die Häufigkeitsstufe 3 erreicht, gegenüber höchstens 1—2 im Vorjahr.

7. Schließlich ist noch hervorzuheben, daß am 1. Februar 1961, als die Untersuchungen abgebrochen wurden, *Stephanodiscus* immer noch nicht auf-

getreten war, hingegen wieder *Synura uvella* wie im Herbst 1959. Zweifellos ist diese Tatsache auf den sehr trockenen Oktober (34 mm Niederschlag) zurückzuführen, der den $SiO_2$-Gehalt in dem Altwasser unter die Nachweisgrenze sinken ließ.

Eine Tabelle soll zum Schluß diese Hauptunterschiede verdeutlichen:

**Massenformen im Oberndorfer Altwasser in zwei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden**

| | Volvoc. | Chrysophyc. | Cryptophyc. | Cyanophyc. | Diatomeen | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Stephanod. | Asterion. |
| Januar: | | | | | | |
| 15. 1. 1960 | | + | | — | — | |
| 14. 1. 1961 | | | | + bis 1 | 4—5 | |
| März: | | | | | | |
| 21. 3. 1960 | | 3 | | + | 3—4 | |
| 22. 3. 1961 | | + | | 3 | 5 | |
| Mai: | | | | | | |
| 17. 5. 1960 | | | | | | — |
| 18. 5. 1961 | | | | | | 5 |
| August: | | | | | | |
| 4. 8. 1960 | | | + | | | |
| 9. 8. 1961 | | | 5 | | | |
| 16. 8. 1960 | + | | | 1—2 | | |
| 18. 8. 1961 | 2—3 | | | 3 | | |

**2. Das Altwasser beim Erlanger Wasserwerk West („Schwarzbauerngrube")**

**a) Die Planktonaspekte vom Herbst 1959 bis Herbst 1960**

Die Bearbeitung der Schwarzbauerngrube ebenso wie des Altwassers bei Vach sollte im Vergleich zu Oberndorf die Auswirkungen anthropogener Einflüsse auf die Phytoplanktongemeinschaften aufzeigen; ein kurzer Überblick über die wesentlichsten Tatsachen mag hier genügen.

Im trockenen **Herbst 1959** war am auffälligsten eine *Cryptomonas-erosa*-Wasserblüte (vgl. Abb. 10, S. 325) mit über 7000 Zellen/ml, bei gleichzeitigem völligem Schwinden der Diatomeen, wie in Oberndorf.

Während im Spätherbst nach dem Einsetzen der Regenfälle praktisch nur noch Detritus vorhanden war, gestaltete sich der **Winteraspekt** dann ziemlich reichhaltig, etwa wie in Oberndorf im selben Jahr (vgl. Abb. 27—29 S. 333/34). Neben *Cryptomonas* (vgl. Abb. 11, S. 325) traten auch einige Male winzige Zellen von *Stephanodiscus hantzschii* in beträchtlichen Mengen auf.

WEIMANN fand in schlesischen Teichen unter dem Eis bis zu 10 000 Zellen dieser Alge pro ml (WEIMANN, 1939).

*Stephanodiscus* gab dann natürlich wieder dem **Frühjahrsaspekt** das Gepräge, wobei sie sich jedoch bedeutend stärker und länger durchsetzte als in

Oberndorf (vgl. Abb. 28, S. 334). Das Hauptmaximum trat erst um den 8. Mai mit über 11 000 Z ml ein, das pH stieg auf 9,3, die Alkalinität fiel von 3,1 auf 1,95 (biogene Entkalkung). P- und N-Kurve zeigten einen starken Knick, während der $SiO_2$-Gehalt aus dem Zuflußgraben ständig reichlich erneuert wurde (vgl. 28, 35, 37, 38 und 39).

Das Wasser zeigte die ganze Zeit über eine tiefbraune Vegetationsfärbung.

Nur die Cryptophyceen, einige widerstandsfähige Chlorococcales *(Scenedesmus, Pediastrum, Dictyosphaerium, Micractinium, Actinastrum)* und Volvocales *(Eudorina elegans, Pandorina, Chlamydomonas)* konnten sich neben *Stephanodiscus* noch halten.

Die Rotatorien kamen bis auf 900 Indiv./l (vgl. Abb. 33 S. 336).

Von den Crustaceen dominierte Mitte bis Ende Mai Bosmina.

**Der Sommer.** Um den 15. bis 30. Mai floß gleichzeitig mit der Bewässerung der Rednitzwiesen reichlich Flußwasser zu und damit zweifellos auch giftig wirkende Stoffe (Detergenzien!), so daß die Phytoplanktongemeinschaft ungemein verarmte und hauptsächlich nur *Cryptomonas* übrigblieb (29. Mai: 880 Z ml). Zum Teil mag jedoch auch das erste Maximum der Crustaceen dafür verantwortlich sein (479/l, vgl. Abb. 33, S. 336).

Die Cryptophyceen dominierten noch ein zweites Mal an der Wende Juli-August (25. Juli: 1680 Z/ml.

Jetzt kam auch erneut Bosmina in ungeheuren Massen auf (2600 Indiv. pro Liter), die das Cyclopidenmaximum von Anfang Juni ablösten (vgl. Abb. 33, S. 336).

Die Chlorococcales, die im Mai völlig verschwunden waren, erholten sich erst wieder etwas Anfang Juli, erreichten jedoch während des ganzen Sommers maximal nur etwas über 300 Z ml. Von den übrigen Chlorophyceen brachte es *Tetraspora spec.* mit großen, tafelförmigen Kolonien am 8. Juli zu einer ephemeren, aber deutlichen Wasserblüte, während zuvor am 2. Juli noch *Chlamydomonas* mit einigen Arten etwas hervorgetreten war (160 Z ml, vgl. Abb. 27, S. 333).

Die Charakterart des Hochsommers bildete jedoch wieder *Stephanodiscus hantzschii*, die während zweier, getrennter Maxima alle anderen Algen überwucherte (vgl. Abb. 12, S. 326). Das pH stieg ein zweites Mal auf 9,4 (vgl. Abb. 35, S. 337). In unseren Weihern bildet *Stephanodiscus* also einzelne, scharfe Maxima, während WEIMANN im Poppelsdorfer Teich bei Bonn ein gleichmäßigeres Vorkommen verzeichnete. Dies gilt auch für die von ihm angeführte *Chlamydomonas braunii* und *Cryptomonas ovata* (WEIMANN, 1935).

Es ist verständlich, daß Desmidiaceen in der Schwarzbauerngrube überhaupt erst Anfang September gedeihen konnten, als der pH-Wert auf 7,5 gesunken war (etwas *Staurastrum gracile, Closterium acutum u. aciculare).*

Auf den Sommer folgte in der Schwarzbauerngrube ein sehr auffälliger **Frühherbstaspekt,** der von einem Massenauftreten kleinster Chlorococcales *(Ankistrodesmus, Selenastrum, Kirchneriella)* mit maximal 56 000 (!) Zellen ml bestimmt wurde (vgl. Abb. 13 und 14, S. 326/27).

Auch WEIMANN hatte in schlesischen Teichen dieselbe Erscheinung beobachtet (bis zu 50 000 Chlorococcales/ml (WEIMANN, 1939).

Anfang Oktober erschienen für kurze Zeit *Mallomonas tonsurata* und einige andere Chrysophyceen. Sie waren seit Ende März praktisch nicht mehr aufgetreten (vgl. Abb. 27, S. 333).

Eine ständige und häufige Begleitform des frühherbstl. Chlorococcalen-Aspekts bildete noch *Melosira italica*, z. B. am 9. Oktober mit 27 Fäden ml.

Bei der hohen Produktionskraft nimmt es nicht wunder, daß auch die Rotatorien von Ende Juni bis Mitte Oktober ständig Populationszahlen von mehreren tausend Individuen l hervorbrachten (Zählungen von JAKOB, vgl. Abb. 33, S. 336).

Im Unterschied zu Oberndorf war kein ausgesprochener Spätherbstaspekt vorhanden; wohl tauchte mit der verstärkten Wasserzirkulation eine Reihe tychoplanktischer Diatomeen auf, doch *Stephanodiscus* entwickelte sich nicht noch ein drittes Mal.

**b) Die wesentlichen Veränderungen im 2. Untersuchungsjahr (1961)**

1. Nachdem im Winter infolge des stärkeren herbstlichen Durchflusses diesmal praktisch nur Detritus vorhanden war, mischte sich unter den im März aufkommenden Stephanodiscus-Aspekt auch *Asterionella formosa*, die einen starken Rückgang des P-Gehaltes anzeigte (vgl. RODHE, 1948, und Abb. 15, S. 327).
2. Nach *Cryptomonas-erosa-Wasserblüten* im Mai und Juni, wobei auch *Chroomonas acuta* stärker hervortrat, setzten sich im Hochsommer neben *Stephanodiscus* jetzt die *Chlorococcales* und bemerkenswerterweise zusätzlich noch die *Volvocales (Volvox aureus, Gonium pectorale* und *Pandorina morum)* stärker durch (vgl. Abb. 16, S. 328). Eine Erklärung hierfür liegt wohl in dem allgemein geringen Verschmutzungsgrad des Gewässers, da 1961 weniger Flußwasser in den Tümpel gelangte.

   In diesem Sinne ist auch das, freilich schwache, Auftreten von Chrysophyceen zu werten *(Dinobryon diverg., sociale, sertularia, Mallomonas caudata, accaroides, tonsurata). Mallomonas caudata* ist nach LIEBMANN oligosaprob.

   Im Netzplankton gelangten auch einige Peridinien und *Ceratium hirundinella f. robustum* zur Beobachtung.
3. Ein Kälteeinbruch um den 18. August, der die Wassertemp. auf 17° C sinken ließ und wohl auch zu einer verstärkten Zirkulation führte, gab Asterionella formosa Gelegenheit, sich kräftig zu entwickeln, denn der P-Gehalt lag nur bei einigen $\gamma$ l, und das pH schwankte nur zwischen 7,5 und 7,8 (vgl. Abb. 35, S. 337).

   Nach WEIMANN (1939) können in einem drei Meter tiefen, windgeschützten Altwasser im Sommer ähnliche Verhältnisse wie in einem See mit thermischer Sprungschicht auftreten, so daß sogar die Reservestoffe des Bodenwassers u. U. monatelang brachliegen. Die Temperaturmessungen in unseren Altwässern bei Oberndorf und beim Erlanger Wasserwerk

(„Schwarzbauerngrube") in 0.5 und vier Metern Tiefe (vgl. Abb. 34, S. 336) zeigen dies deutlich. Niedriger Phosphatgehalt und erhöhte Wasserzirkulation infolge des Kälteinbruches müssen also zusammen für die hochsommerliche Entfaltung von *Asterionella* verantwortlich gemacht werden, denn normalerweise trifft man deren Maxima ja im Frühjahr und Herbst an (vgl. LUND, 1949). Mit *Asterionella* zusammen erreichte *Cryptomonas erosa* eine Häufigkeitsstufe von vier bis fünf. Es waren daher gleichzeitig viel organische Stoffe im Teichwasser vorhanden (vgl. WEIMANN, 1935).

4. Die größte Abweichung gegenüber dem Vorjahr aber brachte schließlich eine herbstliche Wasserblüte von *Aphanizomenon*, die erst in der warmen 2. Septemberhälfte einsetzte und sich dann den ganzen Oktober hielt, wobei sich 1961 die Protococcalen nicht so stark entwickeln konnten. Das plötzliche Erscheinen dieser Cyanophycee ist um so erstaunlicher, als vorher nie ein einziger Faden beobachtet worden war, wie überhaupt die Blaualgen in diesem Gewässer merkwürdig zurücktraten. Hierfür ist sicherlich der Antagonismus zu Stephanodiscus verantwortlich zu machen.

Die wichtigsten Unterschiede in den Phytoplanktonaspekten im Altwasser „Schwarzbauerngrube" in zwei aufeinanderfolgenden Vegetationsperioden:

| | Volvoc. | Chroysoph. | Cryptoph. | Cyanoph. | Diatomeen | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Asterion. | Stephanod. |
| März: | | | | | | |
| 14. 3. 1960 | | 3 | 2—3 | | — | — |
| 11. 3. 1961 | | +—I | (+) | | 2 | 4—5 |
| Juli: 1960 | — | | | | | |
| 1961 | 2 | | | | | |
| August: | | | | | | |
| 20. 8. 1960 | | — | 2—3 | | — | 5 |
| 24. 8. 1961 | | (+) | 4—5 | | 4—5 | (+) |
| September u. Oktober: | | | | | | |
| 1960 | | | | + | | |
| 1961 | | | | 4 | | |

### 3. Das Altwasser bei Vach

#### a) Untersuchungsjahr 1960

Der Winteraspekt

Zu Beginn der regelmäßigen Probeentnahmen in dem stark polytrophen Altwasser im Januar war gerade eine Massenentwicklung von *Synura uvella* im Gange, mit anfangs bis zu 550 Kolonien ml (vgl. Abb. 30, S. 334). Daneben waren noch eine Chromulina-Art, mit kleinen Coenobien aus vier ovalen Zellen, die als *Chromulina freiburgensis* bestimmt wurde, ferner Cryptomonaden, *Euglena viridis* und *Peridinium palatinum* und *aciculiferum* reichlich vertreten (vgl. Abb. 30—32, S. 334/35).

Starke winterliche Phytoplanktonpopulationen, wie sie eben geschildert wurden, konnten z. B. auch JÄRNEFELT und RODHE beobachten (RODHE, 1955), wobei nach JÄRNEFELT die Zellzahl in einem verunreinigten Gewässer zehnmal größer war als im August, und RODHE entdeckte in einem subarktischen See unter meterdickem Eis Millionen sog. „μ-Algen" pro Liter.

Diesbezügliche Beobachtungen von WEIMANN wurden ja bereits erwähnt. Während und nach dem Abtauen des Eises gesellten sich in unserem Falle noch *Oscillatoria limosa, Dinobryon cylindricum, Mougeotia spec.* sowie planktische *(Fragillaria, Diatoma)* und tychoplanktische Diatomeen hinzu.

Es ist anzunehmen, daß das winterliche Phytoplanktonmaximum für den Sauerstoffhaushalt unter dem Eis und die biogene Reinigung des Gewässers von großer Bedeutung sind, denn besonders Synura dürfte auch assimiliert und sich vermehrt haben.

Frühjahr und Sommer

Gemeinsam mit dem vorher besprochenen Altwasser hatte VACH den *Stephanodiscus*-Aspekt in der wärmeren Jahreszeit aufzuweisen, wobei die Maxima am 21. März (1600 Z/ml), 24. Juni (3600 Z/ml), 2. Juli (2700) und 19. August mit 800 Z/ml lagen (vgl. Abb. 30, S. 334).

Nur Ende April und Ende Mai spielte diese zentrische Diatomee im Gesamtbild keine Rolle. Die gegenüber der Schwarzbauerngrube niedrigeren Populationsdichten sind wohl auf die schlechtere $SiO_2$-Versorgung zurückzuführen (oftmals wurde nur 1 mg/l gemessen, vgl. Tabelle 7, S. 341).

Ebenso fehlten auch die Chrysophyceen wieder von April bis Oktober vollkommen und die Cryptophyceen stellten die meiste Zeit des Jahres einen wesentlichen Teil des Phytoplanktons dar (am 28. Mai 1400 Z ml, vgl. Abb. 32, S. 335). Die Gipfel wurden wieder bei gleichzeitigen Stephanodiscusminima erreicht. Der bedeutendste Unterschied gegenüber der Schwarzbauerngrube lag jedoch in der kräftigen Entfaltung der Chlorophyceen. Von ihnen erreichte *Chlamydomonas* (meist *cingulata, bicocca, umbonata* und *westiana)* oft bedeutende Maxima mit bis zu 3800 Zellen ml (vgl. Abb. 31, S. 335). Aber auch die Chlorococcales, besonders Scenedesmus, und Pandorina morum var. major (2. Juli 242 Coenob./ccm) gaben dem Sommeraspekt mit das Gepräge.

Weiter traten die Desmidiaceen (vgl. Abb. 17, S. 328) mit einigen mesosaproben Arten *(Closterium leibleinii* und *gracile, Cosmarium granatum, botrytis, formosulum)* viel stärker hervor. So wurden am 24. Juni und 2. Juli bei einem pH von 9,0 (!) 38 der großen Zellen von Closterium leibleinii/ml gezählt.

Schließlich brachte es noch die Blaualge *Diplocystis flos-aquae* von Mitte Juni bis Anfang August neben *Stephanodiscus* und *Chlamydomonas* zu einer fast ununterbrochenen Wasserblüte, wobei jedoch die zerfließenden Coenobien nicht ausgezählt werden konnten.

**Im Herbst** erfolgte hauptsächlich ein allgemeiner Abbau des Sommeraspekts. Die erscheinenden Diatomeen *(Fragillaria construens* und *capucina, Cyclotella meneghiniana, Melosira varians* und *italica,* etwas *Stephanodiscus)* bildeten keine ausgesprochene Wasserblüte und verdrängten auch nicht die anderen Algengruppen.

**b) Im zweiten Untersuchungsjahr** (1961) entfaltete sich *Stephanodiscus* nicht nur im Frühjahr und Sommer, sondern auch nochmals stark im November neben ungeheuren Massen von *Pandorina* und *Scenedesmus opoliensis*.

Demgegenüber verschwanden die Cryptophyceen ab August fast völlig oder traten zumindest sehr zurück (Oktober).

Die Desmidiaceen entfalteten sich nach einem Gipfel von *Closterium gracile* am 22. April im Sommer nur spärlich,

jedoch war jetzt ständig *Gymnodinium excavatum* vertreten (neben einigen anderen, oft farblosen Dinoflagellaten).

Die beiden letzten Punkte sowie die Massenentfaltung mesosaprober Chlorophyceen sprechen für einen noch stärkeren Saprobitätsgrad im zweiten Untersuchungsjahr.

**4. Die Hauptunterschiede in den Phytoplanktonaspekten der beiden Altwässer „Schwarzbauerngrube" und „Vach" während beider Untersuchungsjahre (Häufigkeitsstufen nach JAKOB, 1934)**

| | Chloroph. | Chrysophyc. | Desmidiac. | Gymnodin. | Diplocystis (Cyanophyc.) | Stephanod. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Januar: | | | | | | |
| Schwarzb. | | +—1 | | | | |
| Vach | | 5 | | | | |
| April/Mai: | | | | | | |
| Schwarzb. | + | | — | | | 5 |
| Vach | 3—4 | | 3 | | | 3—4 |
| Juni: | | | | | | |
| Schwarzb. | 1 | | — | — | — | |
| Vach | 5 | | + | 1 | 5 | |

Für das Altwasser von Vach liegen keine Zooplanktonzählungen von JAKOB (Zool. Instit. Erlangen) vor, doch finden wir hier im Sommer und Herbst ähnliche Verhältnisse wie in der „Schwarzbauerngrube" vor: *Bosmina* vermehrt sich stark, so am 9. Juni 1960, und während des ganzen Oktober und November 1961. In zweiter Linie folgen Cyclopiden (WEIMANN, 1939: „Parallelentfaltung von *Cyclops* und Chlorococcales und *Daphnia* mit Aphanizomenon").

Viele Rotatorien wurden, wie in der Schwarzbauerngrube, schon im März und April, dann wieder im August und September beobachtet (nach WEIMANN, (1938) tritt ausgeprägtes Rotatorienplankton zusammen mit Cryptomonas erosa auf). Im Winter zeigten viele Ciliaten saprobe Verhältnisse an.

Wenn wir die Frage nach der fischereibiologischen Qualität des Altwassers bei Vach vom Gesichtspunkt der Phytoplanktonanalysen stellen wollen, und die Frage, ob vielleicht ein Fall von Überdüngung vorliegt, so geraten wir in ein Dilemma. Das Saprobiensystem von KOLKWITZ und MARSSON (1908) basiert, ebenso wie seine revidierte und verbesserte Auflage von LIEBMANN (1951) auf Beobachtungen an Fließgewässern.

Wie ELSTER (1962) jedoch ausführt, fehlt im stehenden Gewässer mit der Strömung ein wesentlicher entrophierender Faktor im Vergleich zum Fluß.
„Daher ist der größte Teil der $\alpha$- und $\beta$-Mesosaprobien charakteristisch für vom Menschen unbeeinflußte Gewässer, die dort ohne jede Beziehung zu einer Verunreinigung oder Fäulnis stehen." Die Organismen der $\beta$-mesosaproben Zone sind bestenfalls Trophie-Indikatoren, aber keine Saprobien.
Besonders KNÖPP (1962) hebt neuerdings auch die Diskrepanz zwischen Fischsterben einerseits und vorwiegend $\beta$-mesosaproben Phytoplanktonarten andererseits hervor.
Nach BICK (1960) finden wir nämlich in schwach verunreinigten Teichen keine speziellen Abwasserformen, sondern wir haben lediglich ein artenärmeres Plankton eutrophierter Gewässer vorliegen.
„Solange das Plankton jedoch eine Zusammensetzung, ähnlich der eines natürlichen Gewässers aufweist, solange also nur extreme Reinwasserformen fehlen, sollte auch die Möglichkeit bestehen, derartige Abwasserteiche als Fischteiche zu benutzen. Sobald aber echte Abwasserelemente wie Euglena und Chromatium auftreten, erfolgt der Übergang zu saprotrophen, fischereilich nicht nutzbaren Gewässern." (BICK, 1960.)
Übertragen wir diese Befunde auf das Altwasser bei Vach, so können wir im Januar und Februar 1960 Anlehnungen an die saprotrophe Euglena-Chromulinastufe feststellen (vgl. Abb. 30, S. 334). Überdüngung lag sicher auch noch einmal im Hochsommer und Frühherbst 1961 vor (Massenentfaltung von Chlorophyceen und farblosen (!) Dinoflagellaten). Obwohl keine größeren Fischsterben auftraten (nur im Frühjahr 1960 fand der Teichwirt einige tote Karpfensetzlinge), werden zumindest zeitweise also schon zu viel Abwässer eingeleitet. Am günstigsten sind die Lebensbedingungen für die Fische sicher im Frühsommer, wenn sich die höhere Wasservegetation üppig entfaltet und bei der Selbstreinigung des Gewässers mithilft (vgl. das Absinken der Nitrat- und Phosphatkurven, Abb. 38 u. 39, S. 338/39).

## C. Die Fischteiche

Da die drei Fischteiche hauptsächlich nur auf einen Vergleich ihrer Biomasse mit der der Altwässer hin untersucht wurden, ferner die Zusammensetzung des Phytoplanktons in den beiden gedüngten Weihern wenigstens im Sommer sehr eintönig war und für den artenreichen Dechsendorfer bereits die ausführliche Arbeit von GLENK (1956) vorliegt, kann ein knapper Überblick genügen.

### 1. Der Dechsendorfer „Weiher"

**Im Spätherbst** dominieren hier eindeutig die Cryptophyceen, wobei sich im Winter *Mallomonas* hinzugesellt, wie bereits GLENK betont. Bezüglich der Cryptophyceen waren noch einige Arten nachzutragen (vgl. Artenliste S. 347). Während und nach dem Abtauen des Eises kam es jedoch diesmal nicht zu einer Wasserblüte von *Mallomonas*, sondern der **Crysophyceenaspekt des ersten Frühjahrs** wurde hauptsächlich von *Dinobryon sertularia* und *Synura uvella* beherrscht (vgl. Abb. 19, S. 329).

1953 dominierte im Frühjahrsaspekt eine *Mallomonas*-Art (vgl. Abb. 18, S. 329), die GLENK als *M. schwemmlei* neu beschrieb (vgl. Ber. d. Dt. Bot. Gesellsch. 69, 1956). FOTT hielt sie auf Grund elektronenmikroskopischer Schuppenuntersuchungen zunächst identisch mit *Mallomonas coronifera*, MATVIENKO (vgl. PRESLIA, 1959).

Inzwischen zeigte sich jedoch, daß bei der hier vorliegenden Form die Gestalt, besonders aber die Beborstung vom Typ MATVIENKOS abweicht; die Frage der taxonomischen Gültigkeit der Namen *M. coronifera* und *M. schwemmlei* ist noch offen. (Briefliche Mitteilung von Herrn Prof. FOTT, Prag.)

Mallomonas schwemmlei trat von 1955 bis 1961 im Dechsendorfer Weiher ständig in geringen Mengen nach der Eisschmelze auf, wenn sie es auch nicht mehr zu einer Wasserblüte brachte. Zur Zeit wird versucht, ob sich durch Kultur im Labor Material für genauere Nachuntersuchungen gewinnen läßt.

Die nach der Frühjahrshochproduktion eintretende quantitative und qualitative Phytoplanktonarmut, bedingt durch aufkommendes Zooplankton und Selbstverschmutzung des Wassers infolge der durch die Algen ausgeschiedenen Stoffwechselprodukte, war im Dechsendorfer Weiher besonders ausgeprägt und hielt den ganzen April bis Mitte Mai an. Genau wie im Oberndorfer Altwasser vermehrten sich nur die Cryptophyceen einigermaßen, zusätzlich noch *Oscillatoria irrigua* (vgl. Abb. 19, S. 329), *Planktosphaeria gelatinosa* und *Ankyra judai*, die 1953 bei GLENK nicht zur Beobachtung gelangten.

Am sehr artenreichen Chlorococcalen-Aspekt des Sommers (vgl. Abb. 20, S. 330) änderte sich nichts gegenüber den GLENKschen Befunden (45 Arten im Juni 1953 nach GLENK). Im Netzplankton beherrschten ebenso die Chrysophyceen das Bild *(Dinobryon, Uroglena, Synura)*, besonders im Frühsommer.

Mitte Juni trat *Aphanizomenon* häufig auf. Ein Blick auf die chem. Milieufaktoren (vgl. Abb. 38 und Tabelle 4, S. 338 39) zeigt, daß in dieser Zeit der N-Gehalt auf den Wert von 0,24 mg l gestiegen war und sich noch etwas P nachweisen ließ.

Offenbar hing diese Erhöhung des Nährstoffstandards mit den vorausgegangenen starken Regenfällen und dem Badebetrieb um den 9. Juni zusammen.

Seit Ende Juni vermehrten sich auch die **chroococcalen Cyanophyceen** stark (vgl. GLENK, 1953, im Gegensatz zu 1952). Neben *Coelosphaerium* (kützinggianum und naegelianum) und *Aphanotheke clathrata var. brevis* ist besonders *Rhabdoderma lineare* hervorzuheben (vgl. Abb. 21, S. 330), die bei GLENK nur gelegentlich beobachtet wurde, jetzt aber am 12. Juli die Häufigkeitsstufe 4 erreichte.

*Anabaena, Microcystis, Gomphosphaeria* und *Chroococcus* traten dagegen nicht so in den Vordergrund (vgl. Abb. 22, S. 331).

Zusammen mit den Chrysophyceen *(Dinobryon divergens, sociale, sertularia, bavaricum,* etwas *Mallomonas)* und den Chlorococcalen ergab sich wieder eine einigermaßen bedeutende Phytoplanktonproduktion.

Der Frühherbst brachte mit seinem Anstieg der Populationsdichten der Euglenophyceen und Cryptophyceen, neben einem nochmaligen Aufschwung

der Chrysophyceen, gegenüber früheren Befunden nichts Neues. Für das Zurücktreten von *Ceratium* im Vergleich zu Oberndorf könnte neben der Störung durch den Badebetrieb auch das herbstliche Ablassen des Weihers als Erklärung herangezogen werden.

### 2. Die beiden gedüngten Fischteiche

Der untere Kosbacher und der Dummetsweiher wiesen während des ganzen Sommers, bis zum Ablassen des Wassers Anfang Oktober, ständig eine Wasserblüte von *Aphanizomenon flos-aquae* auf, wobei alle anderen Algen praktisch völlig verschwanden, so daß sich ein etwas reichhaltiger Phytoplanktonaspekt nur während der kalten Jahreszeit entwickeln konnte.

Die „Aphanizomenonstufe" ist also extrem ausgebildet (vgl. WUNDER, UTERMÖHL, OHLE, 1935). Ein Rückschlag in die Grünalgen-Cyclopidenstufe, der nach WEIMANN (1939) in manchen schlesischen Teichen innerhalb von 14 Tagen eintreten konnte, wurde nicht beobachtet.

#### a) Der untere Kosbacher Dorfweiher

In dem sehr flachen Kosbacher Teich, in den von Ställen und Haushaltungen viele zersetzliche organische Stoffe gelangen, fanden sich, ebenso wie im Altwasser von Vach, unter dem Eis (Mitte Dezember bis Anfang Februar) beträchtliche Mengen von z. T. wohl heterotrophen Algen.

Günstig waren diese Lebensbedingungen für *Rhaphidionema longiseta, Ankistrodesmus spiralis, Eudorina elegans* und *Chlamydomonas div. spec.* unter den Chlorophyceen, ferner natürlich für einige *Euglena*-Arten *(geniculata, sociabilis, charkowiensis, oblonga),* Cryptophyceen und *Peridinium palatinum.* Mitte Januar bis Ende Februar war der Saprobitätsgrad so weit gesunken, daß jetzt meist die Chrysophyceen das Feld beherrschten: neben *Synura* und *Dinobryon cylindricum* hauptsächlich *Mallomonas (litomesa, Teilingi, akrokomos, spec.).*

*Ochromonas* und *Chromulina spec.* waren auch schon im Dezember gefunden worden.

Wie WEIMANN (1939) betont, ist also unter der Eisbedeckung und im Frühjahr keine Gruppierung der Fischteiche nach der künstlichen Düngungsstufe möglich.

Den ganzen März bis Mitte April entwickelte sich *Stephanodiscus hantzschii* in großen Massen, aber mit nur auffallend kleinen Zellen. Schon am 1. Januar hatte es diese Diatomee zu einem ephemeren Maximum gebracht. Nur einige Chlorococcales konnten sich außerdem halten (vgl. die Artenliste), denn der pH-Wert, der im Januar noch bei 7,15 gelegen hatte, stieg schon am 10. März auf 9,2 (vgl. die Darstellungen Abb. 36, S. 337).

Der Phytoplanktonschwund des späten Frühjahrs, bereits mehrfach erwähnt und diskutiert, war in diesem Teich besonders radikal, wofür sicher noch die zu dieser Zeit erfolgte Kalkung verantwortlich zu machen ist („Klarwasserzustand" WEIMANNS, 1939).

Mitte Mai trieben neben dicken Spirogyrawatten auch die ersten der sichelförmigen *Aphanizomenon*-Kolonien auf der Wasseroberfläche, die aber, in-

folge der kühlen Witterung, erst im Verlauf des Juni ihre Sommerwasserblüte hervorbrachten.

Im Juli verschwanden auch *Cryptomonas*, *Planktosphaeria gelatinosa* und *Ankyra judai*, die sich bisher noch in geringen Mengen gehalten hatten, infolge der nun für sie giftig werdenden Stoffwechselprodukte jener Blaualgenmassen, um erst wieder im September neben *Volvox aureus* schwach in Erscheinung zu treten.

Hohe sommerliche Fe- und Mn-Werte (vgl. Tabelle 6, S. 340) und starker $H_2S$-Geruch beim Einstechen in die dicke, schwarze Faulschlammschicht zeigten eine fast zu weit getriebene Intensivierung der Teichwirtschaft an.

**b) Der Dummetsweiher**

Obwohl der Zufluß des Dummetsweihers vom Kosbacher Dorfweiher herkommt, spielt organ. Abwasserdüngung kaum mehr eine Rolle.

Die sommerliche *Aphanizomenon*-Wasserblüte tritt hier, wie bereits erwähnt, hauptsächlich auf Grund der Düngung mit Superphosphat auf (vgl. Abb. 23, S. 331).

Im Winter, besonders unter dem Eis, wurden daher hier nur äußerst geringe Phytoplanktonmengen beobachtet *(Chroomonas cornu und reflexa)*, wofür, neben dem bedeutenden Durchfluß, auch noch die vorhandenen Daphnien in stattlicher Anzahl verantwortlich gemacht werden können.

Nach dem Abtauen des Eises gesellten sich zu den Cryptophyceen die Chrysophyceen in gleicher Häufigkeit *(Mallomonas, Dinobryon)*, ferner *Fragillaria (pinnata, construens)* und eine große Menge tychoplanktischer Diatomeen. *Stephanodiscus* dagegen blieb, im Gegensatz zum Dorfweiher, mehr im Hintergrund.

Anfang März gediehen zusätzlich auch *Peridinium, Oscillatoria limosa*, die zur gleichen Zeit auch in allen Altwässern aufkam, *Eudorina elegans, Ankistrodesmus* und *Ankyra*.

Nach der Frühjahrskalkung stieg das pH wieder sehr stark an (27. Mai: 9.5!) (vgl. Abb. 36, S. 337), später, während der Hauptentwicklung von *Aphanizomenon*, betrug es jedoch nur noch 8,15—8,5, im Gegensatz zum Dorfweiher mit 9,8! am 27. Juli.

Bezüglich des Phytoplanktons verlief die Entwicklung von April bis Oktober ebenso wie in Kosbach.

## D. Die Stellung unserer Gewässer im Thunmarkschen Chlorococcal-Desmidialsystem

Zur qualitativen Charakterisierung der Phytoplanktongemeinschaften eines Gewässers hat sich ein Vergleich des Artenbestandes der Chlorococcales mit dem der Desmidiaceen als am geeignetsten erwiesen, da die Desmidiaceen in sehr nährstoffarmen, die Chlorococcales umgekehrt in sehr nährstoffreichen Gewässern die größte Formenmannigfaltigkeit aufweisen (vgl. THUNMARK, 1945).

| | Chlorococcalen-Arten | Desmidiaceen-Arten | Quotient: Chloroc./Desmid. |
|---|---|---|---|
| Oberndorf | 64 | 24 | 2,7 |
| Schwarzb. | 45 | 12 | 3,8 |
| Vach | 49 | 13 | 3,8 |
| Dummetsw. | 9 | 2 | 4,5 |
| Kosbacher W. | 14 | 2 | 7,0 |

Nach THUNMARK bedeutet ein Quodient unter 1 = Oligotrophie, 1,0, 2,7 und mehr niedere, und 5—14 hohe „Eutrophielage".

Doch da der Trophiebegriff in neuester Zeit auf die Urproduktion an organischer Substanz in den Gewässern beschränkt wurde, müßte für die Befunde nach dem Chlorococcal-Desmidialsystem eine andere Bezeichnung gewählt werden.

Für den Dechsendorfer Weiher fand GLENK 1952 53 in den Monaten Mai bis September Werte des Quotienten, die zwischen 2,2 (Juli) und 2,7 (September) schwankten (GLENK, 1956).

## V. ZUSAMMENFASSUNG DER ARBEIT

1. Während zweier Vegetationsperioden (1960 61) wurden drei Altwässer der Rednitz in der Umgebung Erlangens nach ökologischen und produktionsbiologischen Gesichtspunkten auf ihr Phytoplankton hin untersucht. Im zweiten Jahr wurden die Untersuchungen noch auf drei Fischteiche ausgedehnt.
2. Dabei konnten Beziehungen zwischen den chemisch-physikalischen Milieufaktoren und den Algenpopulationen für jedes einzelne Gewässer aufgezeigt werden. Wesentliche Hinweise ergaben sich auch durch Vergleiche der Gewässer untereinander.
   a) Die Phytoplanktonvegetation in dem relativ unbeeinflußten Altwasser bei Oberndorf und dem Dechsendorfer „Weiher" dienten als Ausgangspunkt für die Beurteilung der anthropogen bedingten Veränderungen in den übrigen Gewässern.
   b) Im Altwasser bei Oberndorf ergab sich die Möglichkeit, die Wirkungen wechselnder Mengen anorganischen Düngers, die von benachbarten Feldern einsickerten, auf die Algenentwicklung zu verfolgen.
   c) Die beiden stark mit Drainagewasser belasteten Altwässer „Schwarzbauerngrube" und „Vach" unterschieden sich charakteristisch von dem Altwasser bei Oberndorf. Fehlender Durchfluß, gesteigerte Abwasserzufuhr und weitaus geringerer Eisen-, Mangan- und Kieselsäuregehalt riefen aber im Vacher Altwasser auch im Vergleich zur „Schwarzbauerngrube" z. T. wesentlich andere Planktonaspekte hervor.
   d) Für das Altwasser bei Vach wurde ebenso wie für den Kosbacher Dorfweiher die Frage einer Überdüngung diskutiert.

e) Die Befunde im Dechsendorfer „Weiher" konnten mit denen von Glenk aus den Jahren 1953 54 verglichen werden. Neben weitgehender Übereinstimmung zeigten sich charakteristische Unterschiede in den Planktonpopultionen (Astasie der Flachgewässer).

f) Die Planktonaspekte der einzelnen Altwässer in den beiden Untersuchungsjahren 1961 und 1962 waren in mancher Hinsicht ebenfalls recht verschieden.

3. Auf Grund der biologischen und chemischen Wasseranalysen konnten alle Gewässer nach Harmonie und Disharmonie ihres limnischen Stoffkreislaufes gekennzeichnet werden.

*

Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Julius Schwemmle, sowie Herrn Dr. Hans-Otto Glenk möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung der Arbeit sowie das ständige Interesse, das sie meinen Untersuchungen entgegenbrachten, bestens danken. Herrn Dr. Glenk danke ich besonders auch für die ständige Unterstützung und technische Beratung.

Herrn Prof. Dr. W. Wunder, Herrn Dr. Wosalow vom Wasserwerk Erlangen sowie den Herren Assistenten des Bakteriologischen Instituts verdanke ich viele wertvolle Hinweise.

Herr Prof. Dr. H. J. Stammer war so freundlich, die Drucklegung in den Abhandlungen der Bayreuther Naturwiss. Gesellschaft zu vermitteln, deren Schriftleiter, Herr Armin Geus, mir in allen Fragen der Ausgestaltung sehr entgegengekommen ist.

Herrn M. Kress (Fürth) sei bestens für die Bestimmung der tychoplanktischen Diatomeen gedankt.

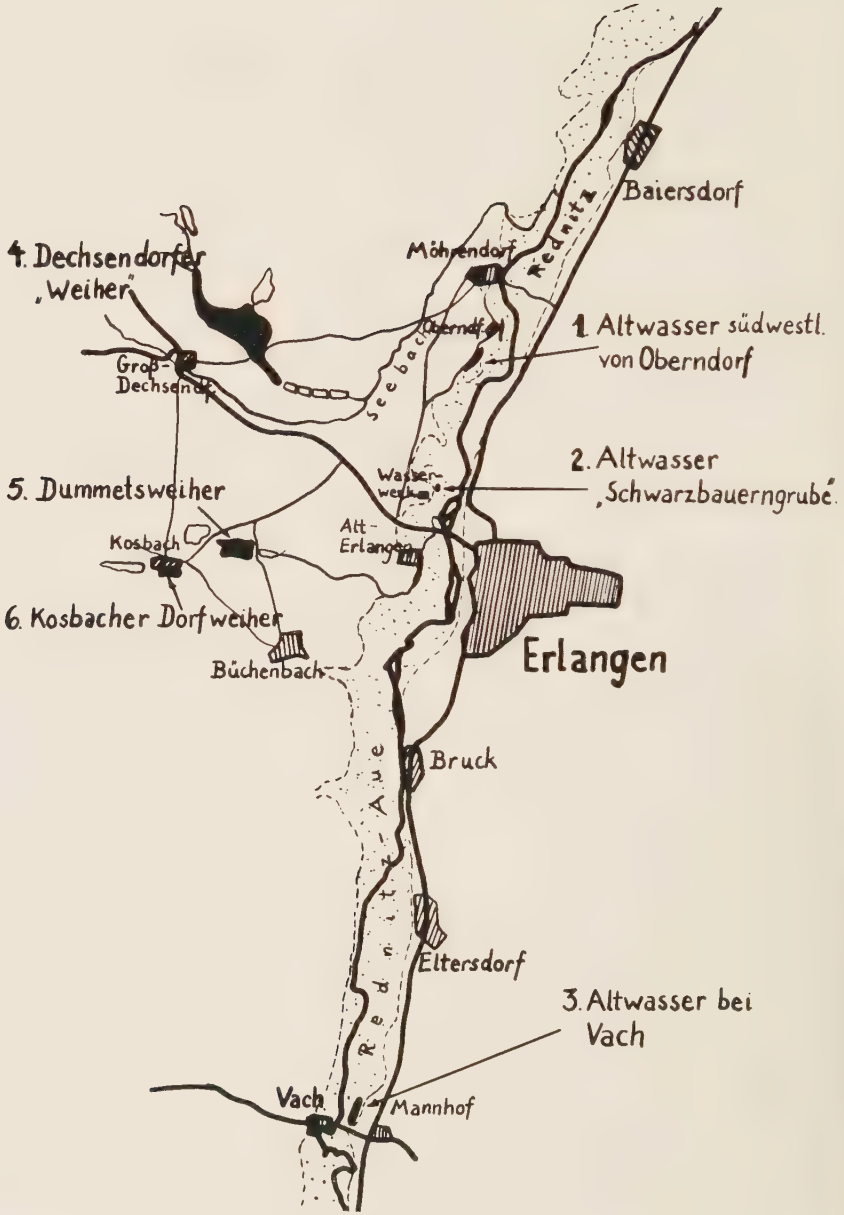


*Abb. 1: Lagenskizze der sechs untersuchten Gewässer (nach Deutsche Generalstabskarte, 1:100 000).*

*Abb. 2: Schlifflasche, als Meyersche Schöpfflasche umgebaut, zur Probeentnahme für die Sauerstoffbestimmungen im Teichwasser.*

*Abb. 3: Das Altwasser südwestlich von Oberndorf.*

*Abb. 4: Der Dummetsweiher zwischen den Ortschaften Kosbach und Büchenbach. (Im Hintergrund die Kirchtürme von Erlangen.)*

*Abb. 5: Der Frühherbstaspekt im Altwasser von Oberndorf 1959. Ceratium-hirundinella-Wasserblüte (Dinophyceae).*

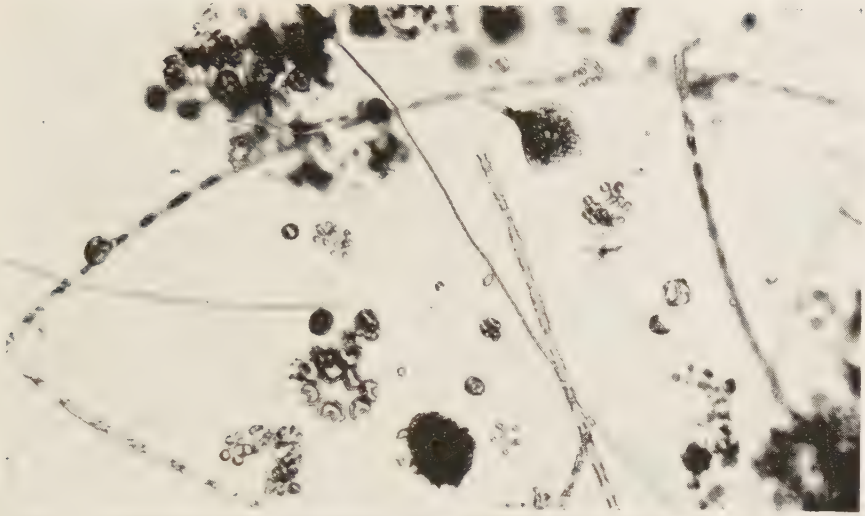

*Abb. 6: Altwasser bei Oberndorf 1960, Hochsommeraspekt. Melosira italica (Diatom.), Phacus tortus (Euglenophyc.), Oscillatoria limnetica (Cyanophyc.), Peridinium palatinum (Dinophyc.), Dictyosphaerium und Actinastrum (Chlorococc.).*

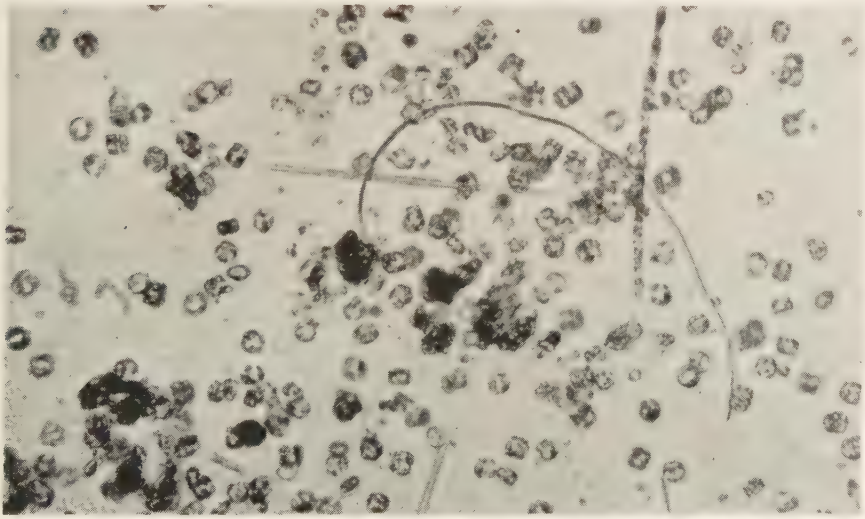

*Abb. 7: Altwasser bei Oberndorf, Winteraspekt 1960/61. Stephanodiscus hantzschii (Diat.), Melosira italica und Synedra acus (Diat.), Oscillatoria limnetica (Cyanophyc.).*

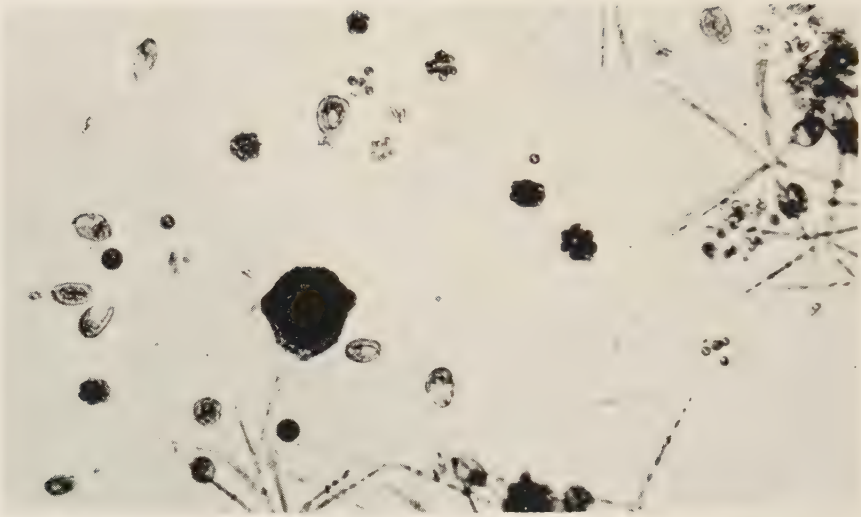

*Abb. 8: Altwasser bei Oberndorf, Massenformen im Sommer 1961. Mallomonas caudata (Chrysoph.), Asterionella formosa (Diatom.), daneben Pandorina morum (Chloroph.), Peridinium bipes (Dinophyc.) und Cryptomonas erosa (Cryptophyc.).*

*Abb. 9: Altwasser bei Oberndorf, Juli 1961. Wasserblüte von Volvox aureus. Daneben Ceratium hirundinella.*

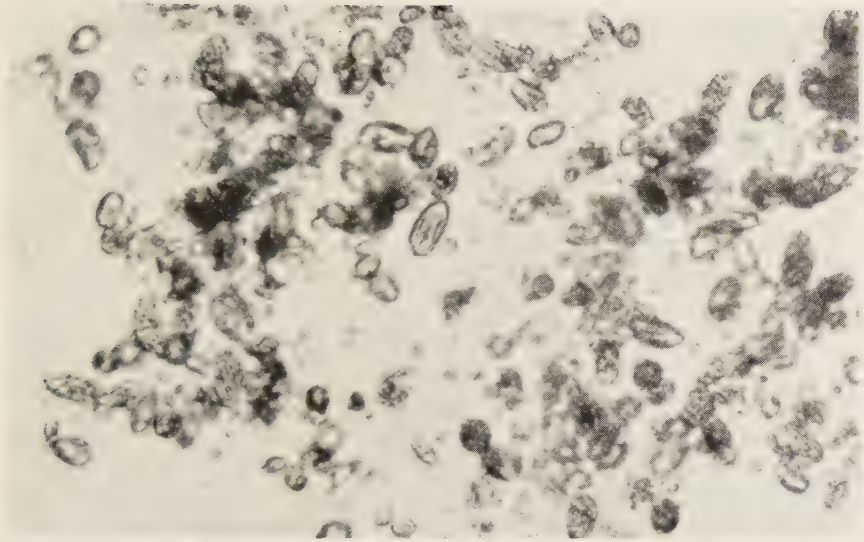

*Abb. 10: Altwasser „Schwarzbauerngrube", Frühherbst 1959. Wasserblüte von Cryptomonas erosa (Cryptophyc.).*

*Abb. 11: Altwasser „Schwarzbauerngrube". Cryptomonas curvata (Ehrbg.), eine häufige Form der kalten Jahreszeit.*

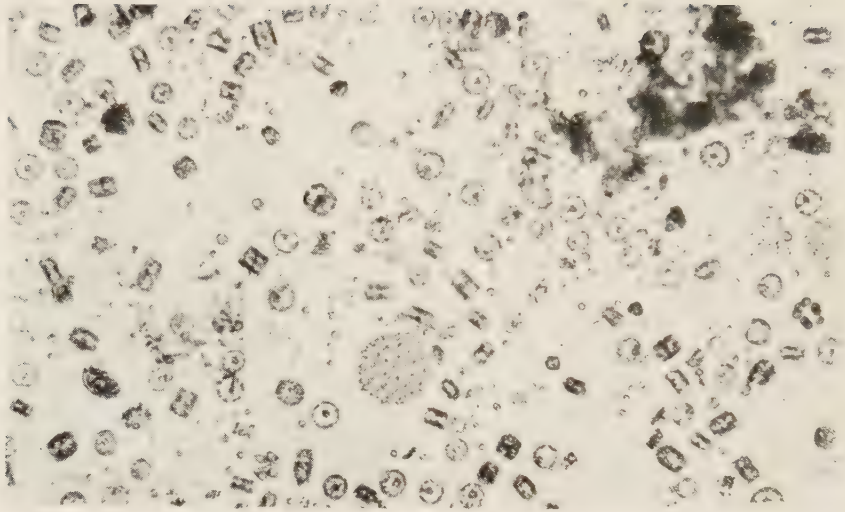

*Abb. 12: Altwasser „Schwarzbauerngrube", Sommeraspekt 1960. Stephanodiscus-hantzschii-Wasserblüte (Diat.). Daneben Chlorococcales (Pediastrum boryanum und duplex, Scenedesmus div. spec.) und Staurastrum gracile (Desmid.).*

*Abb. 13: Altwasser „Schwarzbauerngrube" 1960. Frühherbstliche Wasserblüte kleinster Chlorococcales (Ankistrodesmus, Kirchneriella). Daneben die Fäden von Melosira italica (Diat.).*

*Abb. 14: Altwasser „Schwarzbauerngrube". Dieselben Chlorococcales, stärker vergrößert. Daneben Mallomonas tonsurata.*

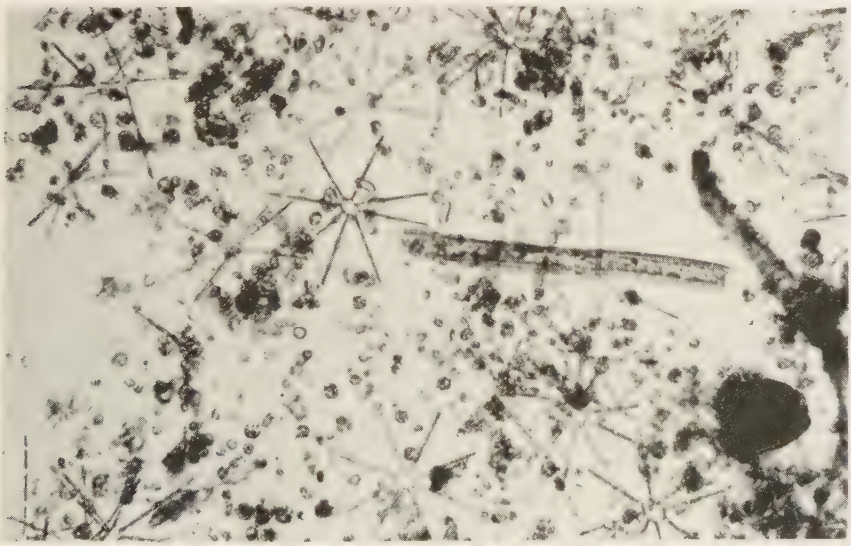

*Abb. 15: Altwasser „Schwarzbauerngrube", Frühjahr 1961. Neben Stephanodiscus auch viel Asterionella formosa. Nitzschia vermicularis (Diat.).*

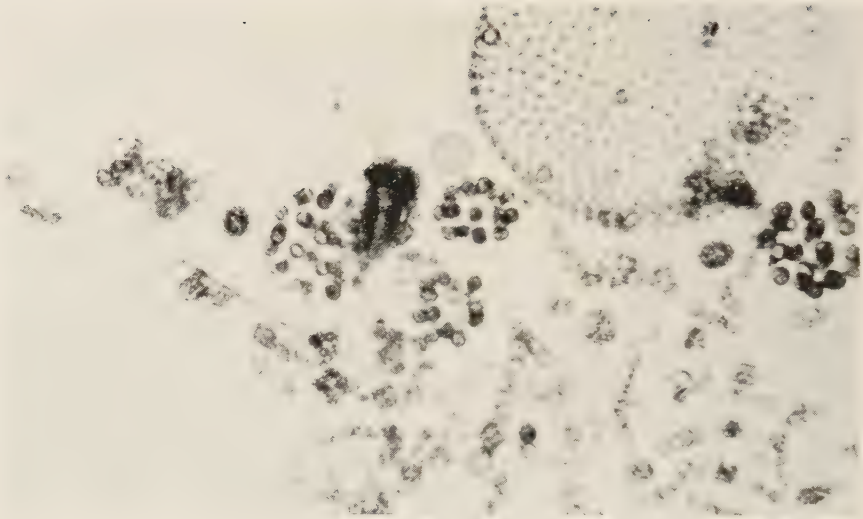

*Abb. 16: Altwasser „Schwarzbauerngrube", Sommer 1961. Im Netzplankton treten neben Stephanodiscus die Volvocales mit Volvox und Pandorina morum var. major hervor.*

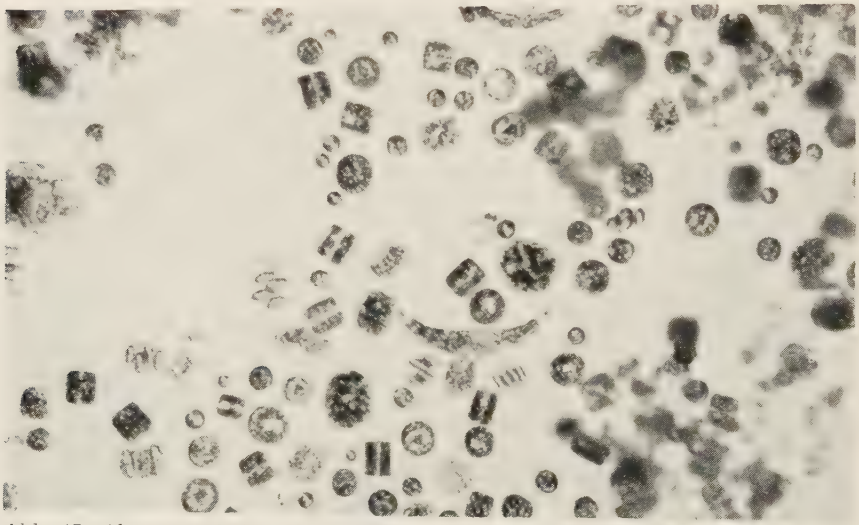

*Abb. 17: Altwasser bei Vach, Hochsommeraspekt 1960. Stephanodiscus hantzschii (Diat.), Chlamydomonas div. spec. (Chloroph.) Scenedesmus, Pandorina (Chloroph.), Closterium leibleinii (Desmid.).*

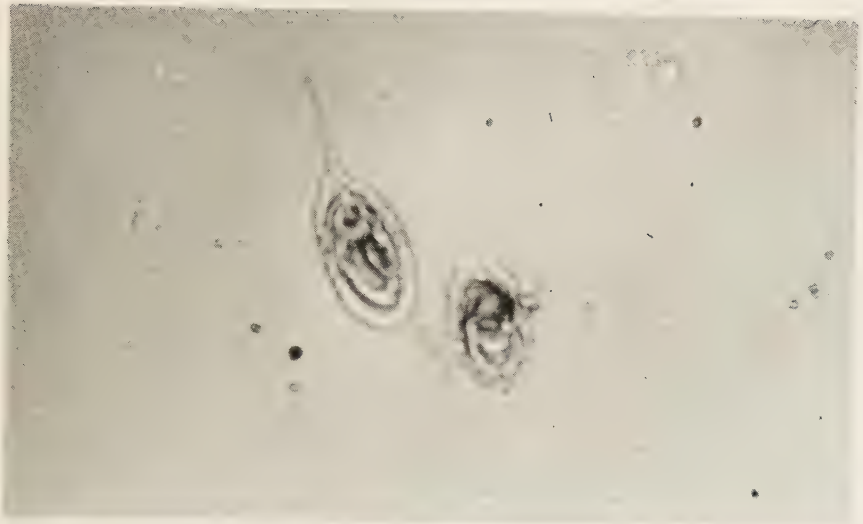

*Abb. 18: Dechsendorfer Weiher, 20. 2. 1961. Mallomonas schwemmlei, Glenk. (Chrysophyc.).*

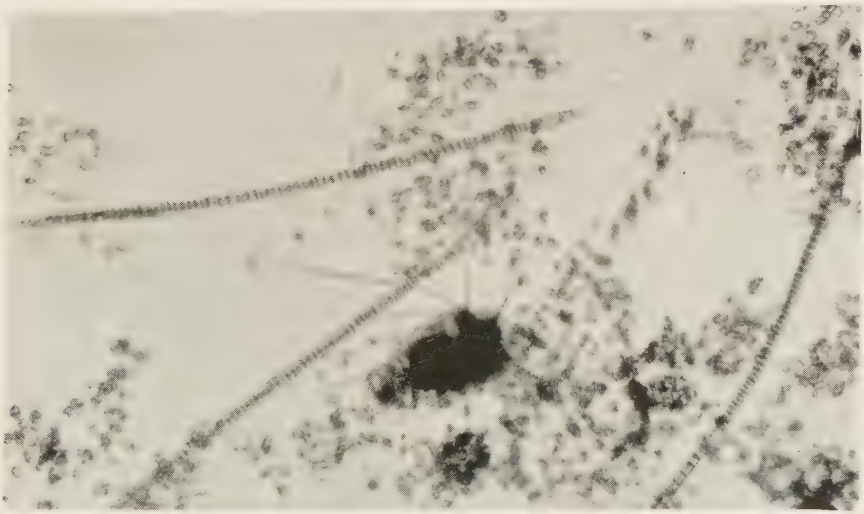

*Abb. 19: Dechsendorfer Weiher, Chrysophyceenmaximum des zeitigen Frühjahres (1961): Dinobryon sertularia, daneben Oscillatoria irrigua (Cyanophyc.).*

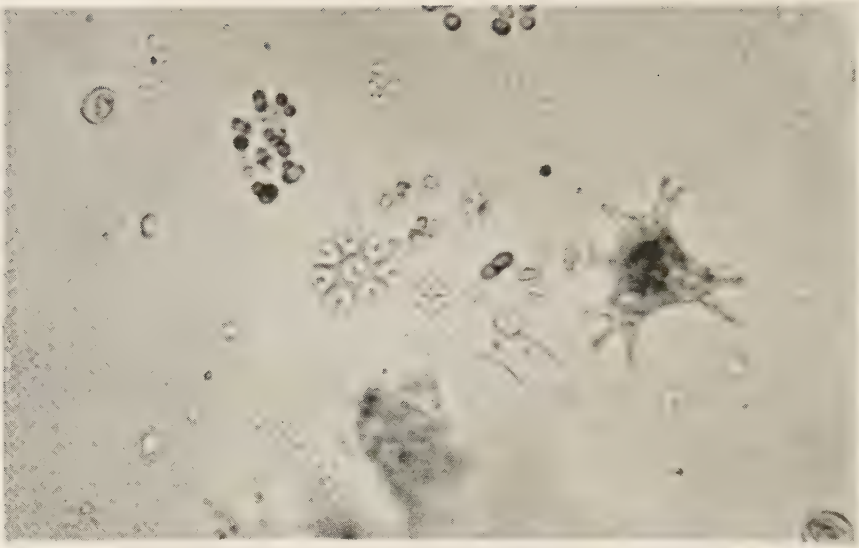

*Abb. 20: Dechsendorfer Weiher, artenreicher Chlorococcalenaspekt des Sommers (Tetraedron limneticum, Crucigenia fenestrata und minima, Pediastrum tetras).*

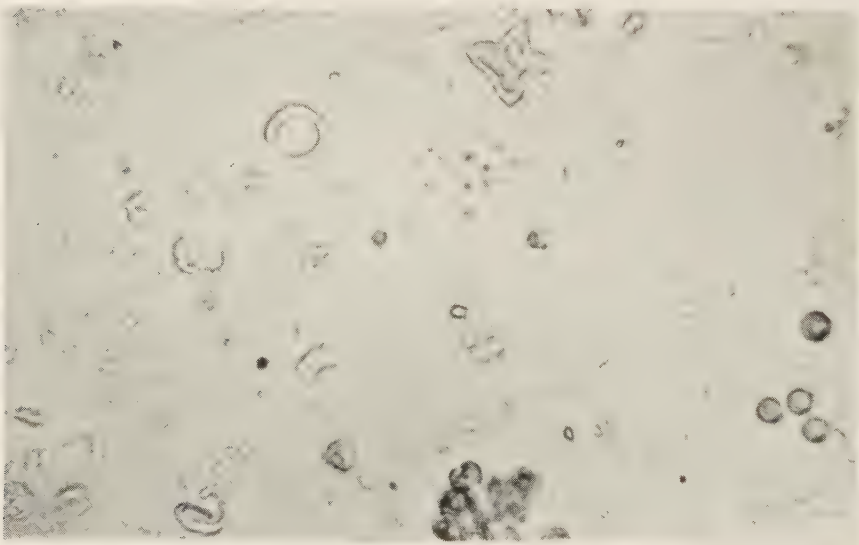

*Abb. 21: Dechsendorfer Weiher, Hochsommer 1961. Rhabdoderma lineare (Cyanoph.) neben den Chlorococcales.*

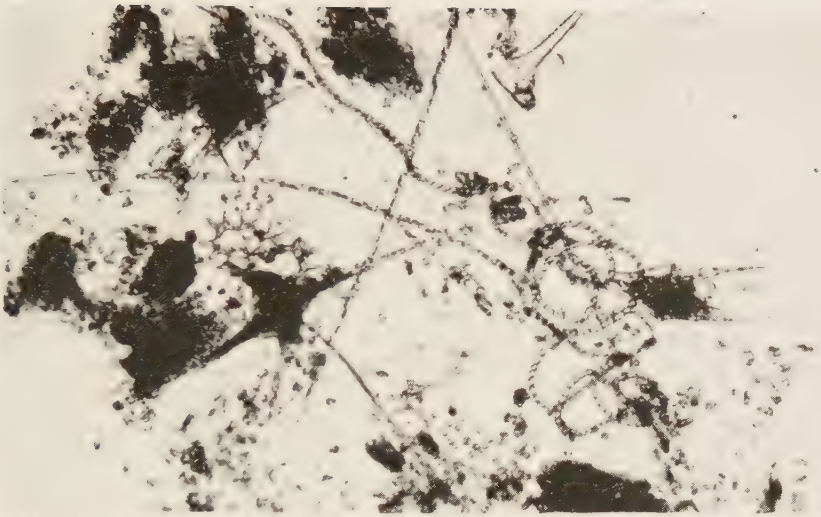

*Abb. 22: Netzplankton des Hochsommers aus dem Dechsendorfer Weiher. Anabaena flos-aquae (Canoph.), Melosira italica (Diat.), Dinobryon divergens (Chrysoph.), Ceratium hirundinella (Dinophyc.), Pediastrum duplex (Chlorococc.).*

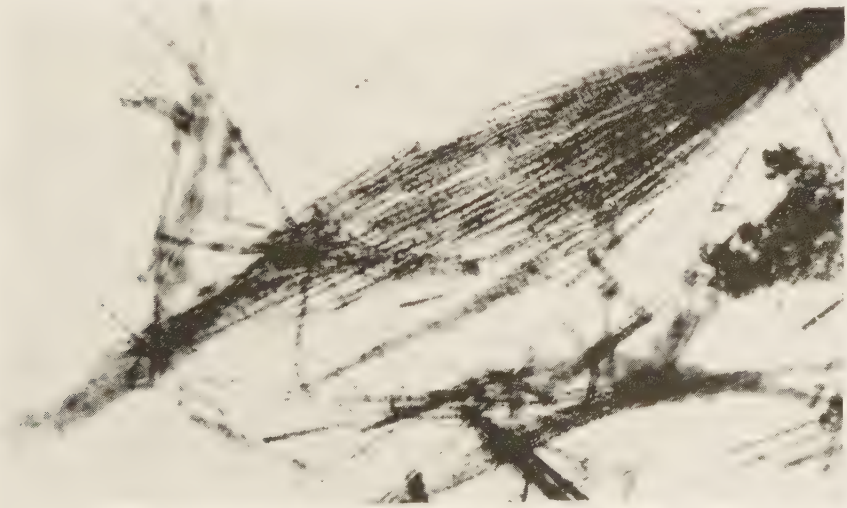

*Abb. 23: Aphanizomenon flos-aquae (Cyanoph.), die einzige Hochsommerform in den beiden gedüngten Fischteichen (Dummetsweiher und Kosbacher Dorfweiher).*

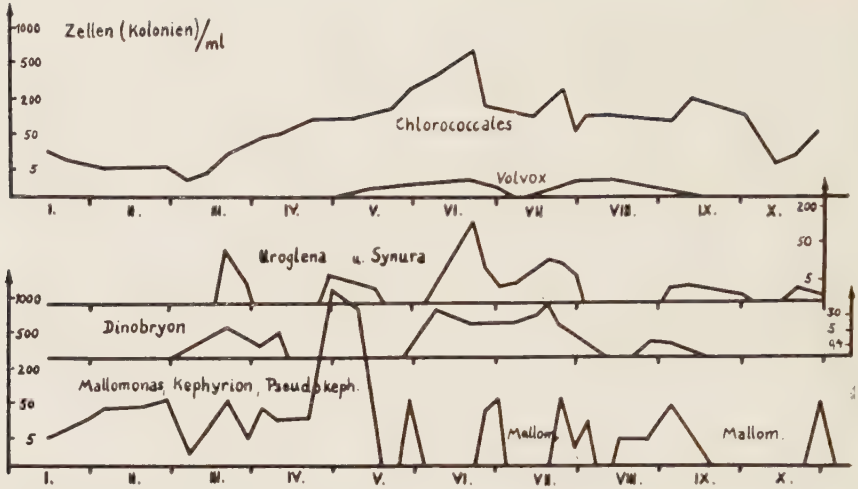


*Abb. 24: Altwasser bei Oberndorf 1960. Phytoplanktonzählkurven von Massenformen der Chlorophyceae (Chlorococcales, Volvox) und Chrysophyceae (Uroglena und Synura, Mallomonas, Kephyrion und Pseudokephyrion, Dinobryon). Kugelkurvenwerte nach Lohmann.*

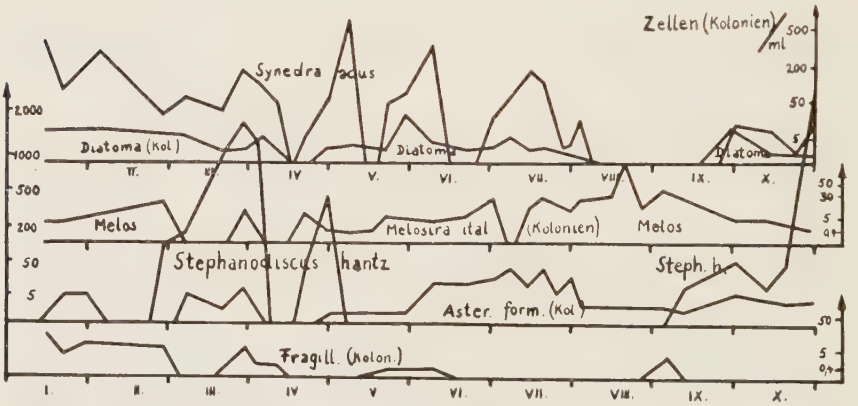


*Abb. 25: Altwasser bei Oberndorf 1960. Massenformen der Diatomeae (Synedra acus, Diatoma div. spec., Melosira italica, Stephanodiscus h., Asterionella formosa, Fragillaria div. spec.).*

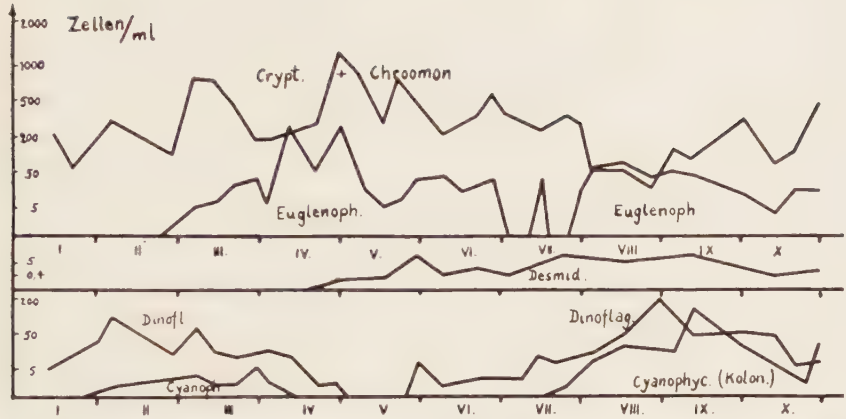


*Abb. 26: Altwasser bei Oberndorf 1960. Massenformen der Cryptophyceae (Cryptomonas, Chroomonas), Euglenophyceae, Desmidiaceae, Dinophyceae und Cyanophyceae.*

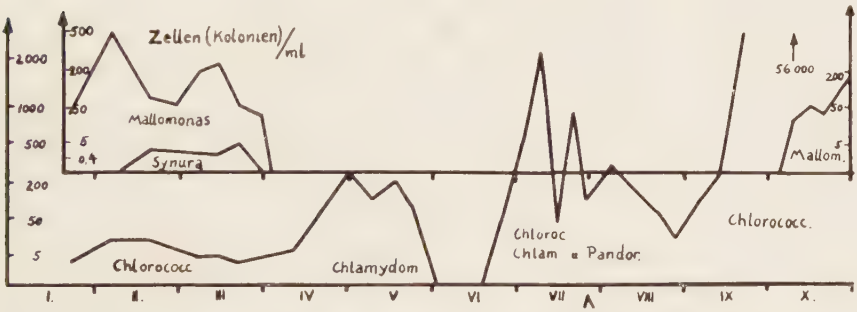


*Abb. 27: Altwasser „Schwarzbauerngrube" 1960. Phytoplanktonzählkurven von Chrysophyceae (Mallomonas und Synura) und Chlorophyceae (Chlorococcales, Chlamydomonas, Pandorina). Kugelkurvenwerte nach Lohmann.*

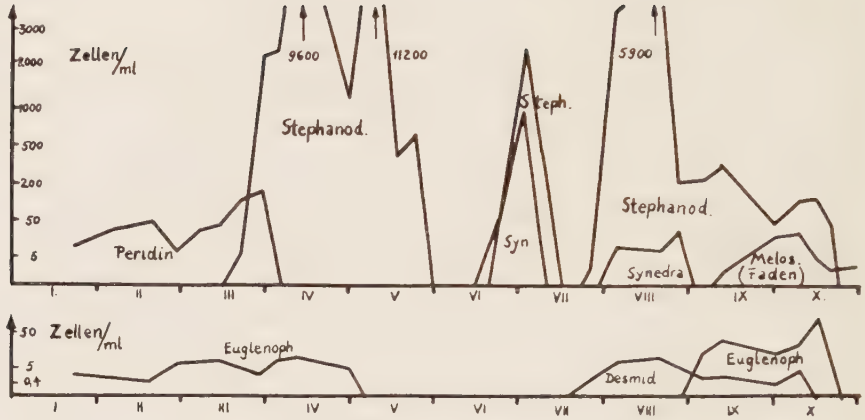


*Abb. 28: Altwasser „Schwarzbauerngrube" 1960. Diatomeae (Stephanodiscus h., Synedra spec., Melosira ital.), Dinophyceae (Peridinium), Euglenophyceae und Desmidiaceae.*

*Abb. 29: Altwasser „Schwarzbauerngrube" 1960. Cryptophyceae (Cryptomonas und Chroomonas).*

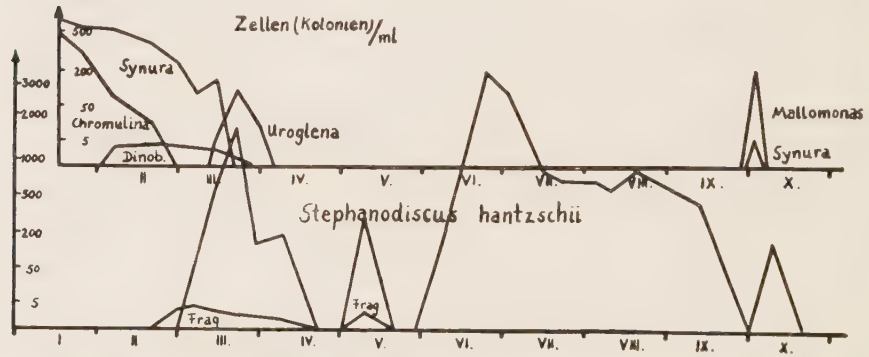


*Abb. 30: Altwasser bei Vach 1960. Phytoplanktonzählkurven von Massenformen der Chrysophyceae (Synura, Uroglena, Chromulina, Mallomonas, Dinobryon) und Diatomeae (Stephanodiscus hantzschii, Fragillaria div. spec.). Kugelkurvenwerte nach Lohmann.*

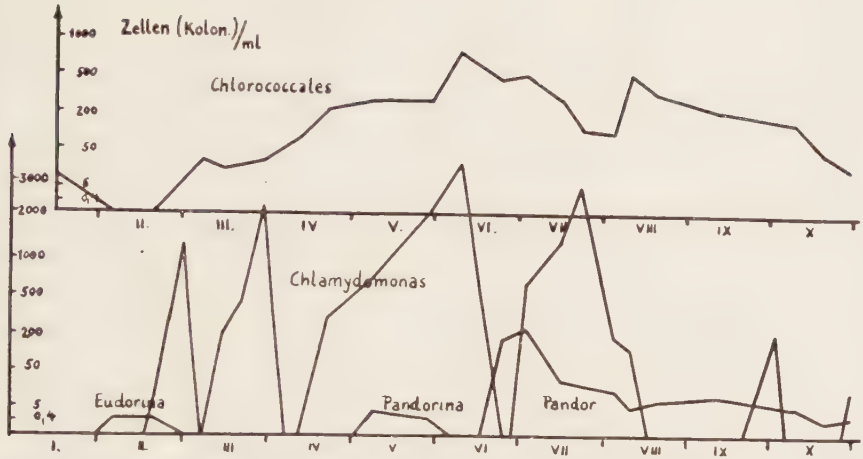


*Abb. 31: Altwasser bei Vach 1960. Chlorophyceae (Chlorococcales, Chlamydomonas, Eudorina, Pandorina).*

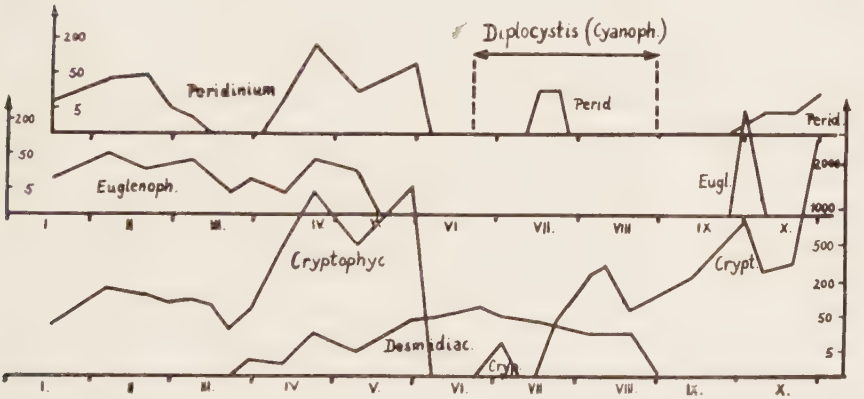


*Abb. 32: Altwasser bei Vach 1960. Dinophyceae (Peridinium), Cyanophyceae (Diplocystis), Euglenophyceae, Cryptophyceae und Desmidiaceae.*

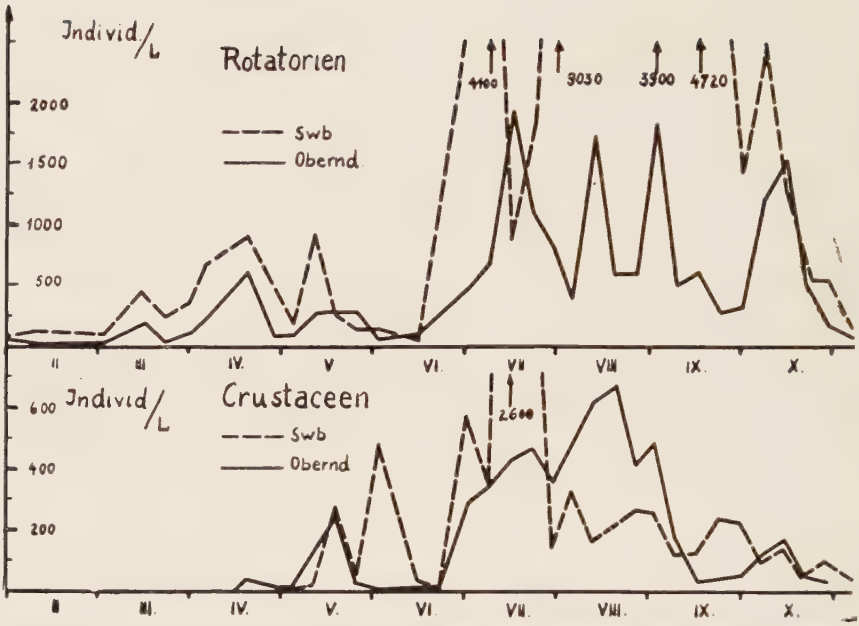


*Abb. 33: Das Zooplankton in den Altwässern bei Oberndorf und der „Schwarzbauerngrube" 1960. (Zählungen nach JAKOB, Zool. Inst. Erlangen.)*

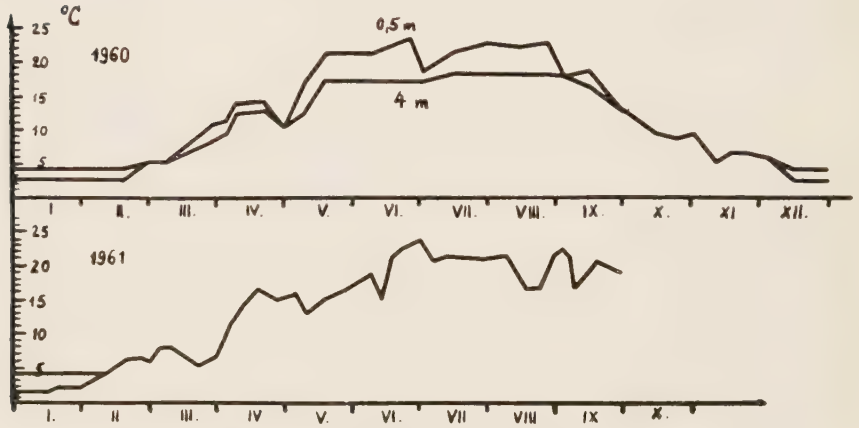


*Abb. 34: Wassertemperatur 1960 (Altwasser von Oberndorf, 0,5 und 4 m) und 1961 (Dechsendorfer „Weiher").*

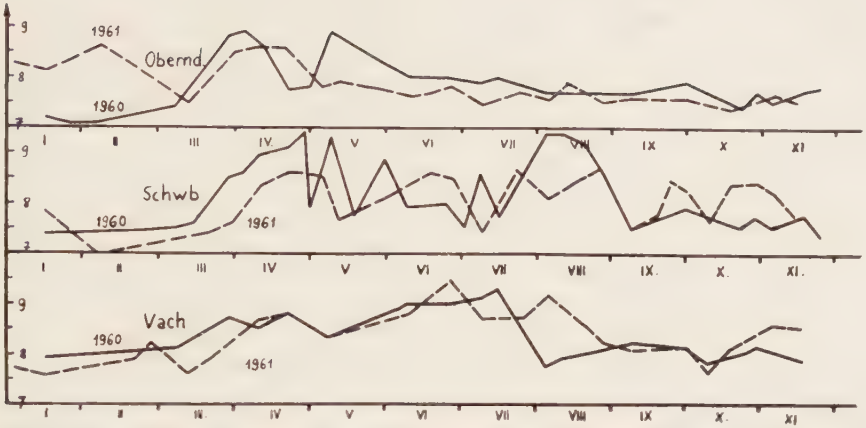


*Abb. 35: pH-Wert in den drei Altwässern von Oberndorf, der „Schwarzbauerngrube" und von Vach 1960 und 1961.*

*Abb. 36: pH-Wert in den drei Fischteichen (Dechsendorfer, Dummets- und Kosbacher Weiher) 1961.*

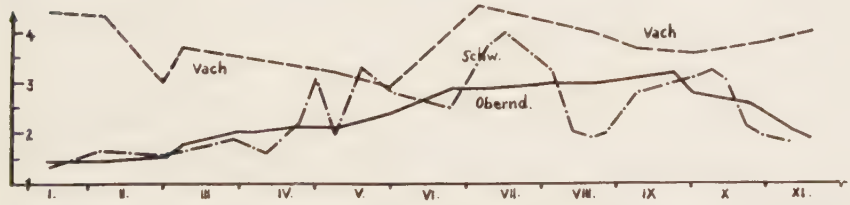


*Abb. 37: Karbonathärte als Säurebindungsvermögen (SVB) in den drei Altwässern (Oberndorf, „Schwarzbauerngrube" und Vach) 1960, in ml n/10 HCl.*

Tabelle 1: Säureverbindungsvermögen 1961 in allen Gewässern (Karbonathärte, Alkalinität).

| | Oberndorf | Schwarzb. | Vach | Dechsend. | Dummetsw. | Kosb. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. 1. 1961 | 1,8 | 1,6 | 4,4 | 0,95 | 2,35 | 1,65 |
| 20. 2. 1961 | 1,8 | 1,9 | 3,7 | 0,6 | 1,6 | 1,1 |
| 27. 5. 1961 | 2,1 | 1,7 | 2,1 | 0,8 | 2,2 | 2,15 |
| 12. 7. 1961 | 2,45 | 3,1 | | 1,0 | | 3,55 |
| 10. 9. 1961 | 3,0 | 2,25 | 4,35 | 1,0 | 2,75 | 2,75 |

Tabelle 2: Gesamthärte des Teichwassers (dt. Härtegrade).

| | Obernd. | Schwarzb. | Vach | Dechsend. | Kosbach | Dummetsw. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18. 11. 1960 | 9,24 | 9,8 | 17,6 | | | |
| 12. 2. 1961 | 7,0 | 10,6 | 19,4 | 3,92 | 5,6 | 7,56 |
| 10. 5. 1961 | 7,84 | 11,2 | 13,4 | 4,48 | 7,28 | 8,68 |
| 27. 5. 1961 | 8,4 | 9,52 | 11,2 | | | |
| 30. 6. 1961 | 9,24 | | 14,8 | | | |
| 12. 7. 1961 | 9,5 | 10,1 | 14,8 | 3,9 | 8,4 | |
| 30. 8. 1961 | | | 15,7 | | | |
| 10. 9. 1961 | 10,1 | 9,8 | | 3,9 | 8,4 | 10,1 |

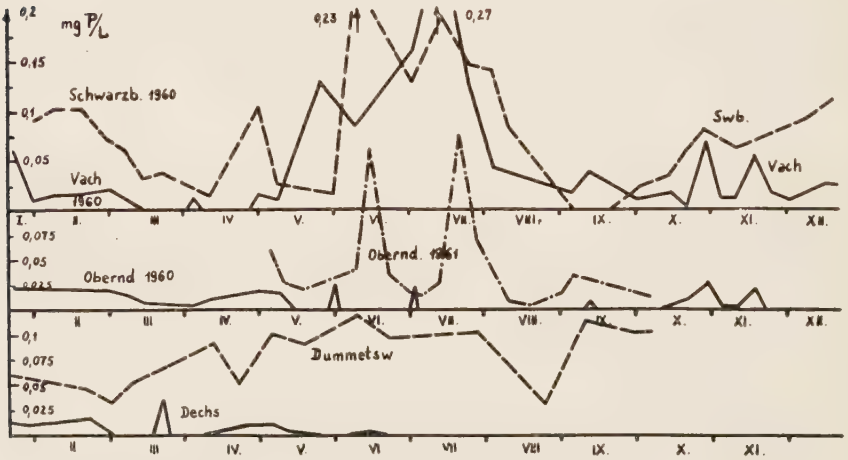


*Abb. 38: Der Gehalt an Phosphatphosphor (anorg.) in den Altwässern „Schwarzbauerngrube" und Vach (1960), dem Altwasser bei Oberndorf (1960 u. 1961) und den drei Fischteichen (1961) im unfiltrierten Teichwasser (mgP/L).*

Tabelle 3: Unterschied im P-($PO_4$)Gehalt (mg l) membranfiltrierten und ungefilterten Teichwassers.

| 1961 | Obernd. filtr.—unf. | Schwarzb. filtr.—unf. | Vach filtr.—unf. | Dechsend. filtr.—unf. | Kosbach fil.—unf. | Dummetsw. filtr.—unf. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 5. 5. | 0,005—0,07 | 0,016—0,06 | 0,014 | 0,004—0,009 | 0,174 | 0,01—0,10 |
| 10. 5. | 0,005—0,03 | | 0,016—0,02 | — —0,003 | | 0,01— |
| 18. 5. | — 0,02 | | 0.019 | — — | | |
| 9. 6. | 0,019 | 0,048 | | | 0,11 | |
| 23. 6. | 0,023—0,039 | 0,016—0,016 | | | 0,138 | |

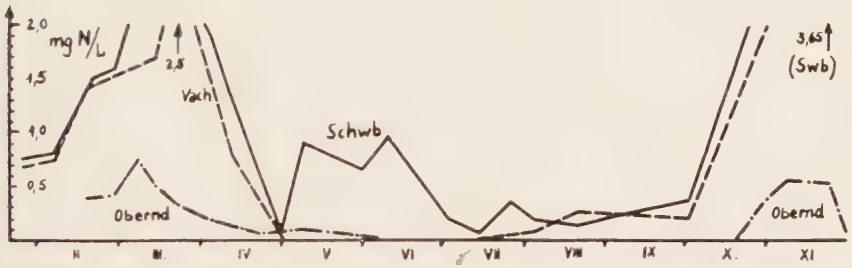


*Abb. 39: Der Gehalt an Nitratstickstoff in den Altwässern von Vach, Oberndorf und der „Schwarzbauerngrube" 1960.*

Tabelle 4: Nitratstickstoffgehalt (mg l) in allen sechs Gewässern (Dez. 1960 und April bis September 1961).

| | Obernd. | Schwarzb. | Vach | Dechsend. | Dummetsw. | Kosb. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15. 12. 1960 | 0,240 | 3,00 | 2,75 | 0,167 | 0,081 | 0,18 |
| 22. 4. 1961 | 0,094 | | | 0,033 | 0,008 | 0,050 |
| 27. 5. 1961 | | | 0,96 | | | |
| 9. 6. 1961 | 0,001 | 4,70 | 1,25 | 0,001 | 0,003 | 0,008 |
| 27. 7. 1961 | 0,088 | | 0,15 | 0,006 | | |
| 9. 8. 1961 | 0,031 | 2,18 | 0,076 | 0,003 | 0,008 | 0,006 |
| 24. 8. 1961 | 0,029 | 2,67 | 0,001 | 0,001 | | |
| 10. 9. 1961 | | 2,44 | 0,510 | 0,008 | 0,330 | 0,150 |

Tabelle 5: Nitritstickstoffgehalt (mg l) in den Gewässern Dezember 1960 bis Oktober 1961.

| | Obernd. | Schwarzb. | Vach | Dechsend. | Dummetsw. | Kosb. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1. 12. 1960 | 0,005 | 0,167 | 0,050 | 0,004 | 0,004 | 0,005 |
| 14. 1. 1961 | 0,004 | 0,022 | 0,025 | 0,006 | 0,010 | |
| 12. 2. 1961 | 0,001 | | 0,014 | 0,002 | | |
| 1. 3. 1961 | 0,004 | 0,017 | 0,024 | | 0,002 | 0,002 |
| 22. 3. 1961 | | 0,013 | 0,045 | | | |
| 5. 5. 1961 | 0,010 | 0,040 | 0,046 | | 0,001 | 0,005 |
| 22. 6. 1961 | 0,002 | 0,055 | 0,090 | 0,001 | 0,001 | 0,002 |
| 9. 8. 1961 | 0,001 | 0,038 | 0,017 | | | |
| 10. 9. 1961 | | 0,036 | 0,060 | 0,002 | 0,018 | 0,070 |
| 6. 10. 1961 | 0.027 | 0,032 | | | 0,010 | |

Tabelle 6: Der Gehalt an Eisen und Mangan (als Hydroxidsole) im Teichwasser (mg Fe bzw. Mn/l).

| | Obernd. | Schwarzb. | Vach | Dechsend. | Kosbach | Dummetsw. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Eisen:** | | | | | | |
| 30. 1. 1960 | 0,25 | 0,25 | 0,1 | | | |
| 7. 3. 1960 | 0,2 | 0,2 | — | | | |
| 30. 4. 1960 | 0,35 | 0,3 | — | | | |
| 30. 5. 1960 | 0,25 | 0,15 | 0,1 | | | |
| 4. 8. 1960 | 0,1 | 0,1 | — | | | |
| 12. 9. 1960 | 0,25 | 0,25 | — | | | |
| 20. 10. 1960 | 0,45 | 0,35 | — | | | |
| 18. 11. 1960 | 0,3 | 0,4 | | | | |
| 1. 1. 1961 | 0,05 | 0,8 | — | 0,3 | 0,3 | 0,1 |
| 23. 2. 1961 | 0,2 | 0,6 | — | 0,6 | 0,4 | 0,1 |
| 22. 4. 1961 | 0,2 | 0,3 | | 0,3 | | |
| 23. 6. 1961 | | 0,1 | | 0,1 | 1,0(!) | 1,0(!) |
| **Mangan:** | | | | | | |
| 12. 2. 1961 | 0,25 | 0,75 | 0,15 | 0,85 | | 0,85 |
| 1. 3. 1961 | | 0,7 | | 0,5 | | |
| 10. 3. 1961 | | 0,35 | | 0,1 | | |
| 18. 5. 1961 | 0,3 | 0,2 | — | | | 0,7 |
| 9. 6. 1961 | 0,1 | 0,3 | — | 0,25 | | 0,8(!) |
| 5. 9. 1961 | 0,85 | 2,0(!) | — | | | |
| 6. 10. 1961 | 0,85 | 1,6 | — | 0,1 | | 0,1 |

Tabelle 7: Gehalt des Teichwassers an Kieselsäure (mg/l).

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7. 3. 1960 | 15 | 15 | 3 | | | |
| 11. 4. 1960 | ⟨1 | ~ 2 | — | | | |
| 30. 4. 1960 | 12 | 10 | ⟨1 | | | |
| 30. 5. 1960 | 13 | 25 | 2 | | | |
| 9. 6. 1960 | ⟨1 | | ⟨1 | | | |
| 2. 7. 1960 | 8 | 23 | ⟨1 | | | |
| 15. 7. 1960 | 1 | 25 | 1—2 | | | |
| 4. 8. 1960 | 12 | | | | | |
| 1. 10. 1960 | ⟨1 | 8 | ⟨1 | | | |
| 28. 10. 1960 | ⟨1 | 3 | ⟨1 | | | |
| 30. 12. 1960 | 1 | 9 | 2 | 10 | 10 | 8,5 |
| 20. 2. 1961 | 2 | 16 | 10 | 20 | 20 | 20 |
| 1. 3. 1961 | ⟨1 | 12 | 2 | 12 | 5 | 10 |
| 22. 4. 1961 | ⟨1 | | ⟨1 | | | |
| 10. 5. 1961 | 1—2 | | ⟨1 | 2 | 20 | |

Tabelle 8: Permanganat-Verbrauch (mg/l).

| | Obernd. | Schwarzb. | Vach | Dechsend. | Kosbach | Dummetsw. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 31. 12. 1960 | 19,0 | 12,5 | 17,0 | 23,2 | 31,4 | 33,2 |
| 14. 1. 1961 | 7,1 | 9,0 | | 22,5 | 25,1 | |
| 1. 3. 1961 | 28,1 | 12,1 | 27,5 | 24,7 | 27,0 | 53,2 |
| 23. 3. 1961 | 12,4 | 11,0 | 21,8 | 20,5 | 25,8 | 23,9 |
| 23. 4. 1961 | 15,5 | 11,0 | 22,1 | 20,5 | 23,7 | 28,0 |
| 10. 5. 1961 | 10,1 | | 22,7 | | | |
| 23. 6. 1961 | 14,4 | 14,3 | 28,1 | 24,0 | 40,6 | 28,0 |
| 30. 8. 1961 | 16,9 | 13,6 | | 25,6 | | 28,4 |
| 10. 9. 1961 | | 12,1 | 35,0 | 25,6 | 44,8 | 28,8 |

## ARTENLISTE

Die Abkürzungen Ob, Sw und V bedeuten hierbei ein Vorkommen der betreffenden Art in den Altwässern bei Oberndorf bzw. der Schwarzbauerngrube bzw. bei Vach. Ds = Dechsendorfer Weiher, Du = Dummetsweiher, Kb = Kosbacher Dorfweiher.

Bezüglich des Dechsendorfer Weihers wurden nur die bei GLENK nicht erwähnten Formen angeführt.

**Cyanophyceae:**

1. Anabaena affinis (Lem.) — Ob, Sw
2. „ flos-aquae (Breb.) — Ob
3. „ flos-aquae (Breb.) var. treleasii (Born. et Flah.) Ob, Sw, Ds
4. „ solitaria (Kleb.) — Ob
5. „ spiroides (Kleb.) — Ob, Sw, Du
6. Aphanizomenon flos-aquae (Ralfs) — Sw, Du, Kb
7. Aphanocapsa elachista (W. u. G. S. West) — Ob
8. Aphanothece clathrata var. brevis (Bachm.) — Ob, Sw, V, Ds
9. Chroococcus turgidus (Naeg.) — V
10. Coelosphaerium dubium (Grunow.) — Ob
11. „ kützingianum (Naeg.) — Ob, Sw
12. „ naegelianum (Ung.) — Ds
13. Diplocystis (Microcystis) aeruginosa f. flos-aquae (Elenk.) — Ob, Sw, V
14. Gomphosphaeria compacta (Ström.) — Ob, Sw, Ds
15. „ lacustris (Chod.) — Ob, V, Ds
16. Lyngbya aestuarii (Liebm.) — V
17. „ birgei (Smith) — Ob
18. „ martensiana (Menegh.) — Du
19. Merismopedia elegans (A. Br.) — Ob
20. „ glauca (Näg.) — Ob, Sw
21. „ major (Geitl.) — Ob
22. „ punktata (Meyen) — Ob
23. „ tenuissima (Lem.) — V
24. Microcoleus tenerrimus (Gom.) — V, Du
25. Oscillatoria agardhii (Gom.) — Sw
26. „ amphigranulata (van Goor) — V
27. „ guttulata (van Goor) — Sw
28. „ irrigua (Kg.) — Ds
29. „ kisselevi (Aniss.) — Ob, Ds
30. „ limnetica (Lem.) — Ob, Sw, V, Ds, Du, Kb
31. „ limosa (Ag.) — Ob, Sw, V, Du, Ds
32. „ planctonica (Wol.) — Ob
33. „ princeps (Vauch.) — Ob
34. „ pseudominima (Skuja) — Ob, Sw, V
35. „ sancta (Gom.) — Ob
36. „ splendida var. attenuata (W. u. G. S. West) — Ob, V
37. „ tenuis (ag.) — Sw, Ds, Du
38. „ tenuis var. tergestina (Rhb.) — Ob, V
39. Rhabdoderma lineare (Schmidle et Laut.) — Ds

**Mycetes:**

Asterothrix raphidioides (Printz) — Ob

**Thiobakteria:**

Lamprocystis roseo-persicina (Schröter) — Ob

## Chlorophyceae:

**Volvocales:**

1. Carteria coccifera (Pasch.) — Sw
2. „ cordiformis (Dill) — Ob
3. „ globosa (Korsch.) — Ob
4. „ oleifera (Pasch.) — Ob
5. „ stellifera (Nyg.) — V
6. Chlamydomonas anuraeae (Korsch.) — V
7. „ bicocca (Pascher) — V
8. „ braunii (Gorosch.) — Sw, V
9. „ cingulata (Pascher) — Sw, V, Kb
10. „ debaryana (Gorosch.) — Sw, V
11. „ depauperata (Pascher) — V
12. „ dorsoventralis (Pasch.) — Sw, V, Kb
13. „ incerta (Pascher) — Sw, V
14. „ pertussa (Chod.) — Sw, V
15. „ proboscigera (Korsch.) — Kb
16. „ umbonata (Pasch.) — Sw, V
17. „ westiana (Pasch.) — Sw, V
18. Chlorogonium acutiforme (Bourr.) — Kb
19. „ elongatum var. plurivaccuolatum (Skuja) — Ds
20. Eudorina elegans (Ehrb.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
21. „ plusicocca (G. M. Smith) — Ob, Sw, Du, Kb
22. Gonium pectorale (Müller) — Ob, Sw, V, Kb
23. „ sociale (Warming) — Ob, Sw, Du, Kb
24. Pandorina minodi (Chodat) — Du
25. „ morum (Bory) — Ob, Sw, V, Kb
26. „ morum var. major (Jyengar) — Sw, V
27. Phacotus lenticularis (Ehrbg.) — Sw
28. Pteromonas angulosa (Lem.) — V, Kb
29. Spaerellopsis fluviatilis (Pasch.) — Kb
30. Spermatozopsis exsultans (Korsch.) — V
31. Volvox aureus (Ehrbg.) — Ob, Sw, Du, Kb
32. „ globator (Ehrbg.) — Ob, Du, Kb

**Chlorococcales:**

1. Aktinastrum hantzschii (Lagerh.) — Ob, Sw, V, Kb
2. Ankistrodesmus acicularis (Korsch.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
3. „ angustus (Bern.) — Sw, V, Kb
4. „ falcatus (Ralfs) — Ob, Sw
5. „ longissimus (Wille)
   var. acicularis (Brunn.) — Ob, Sw, V
6. „ nitzschioides (G. S. West) — Ob
7. „ pseudomirabilis v. spiralis (Kor.) — Ob, Sw, Du
8. „ setigerus (G. S. West) — Ob, Sw
   „ f. minor (G. S. West) — Ob
9. Ankyra judai (Fott) — Ob, Sw, Du, Kb

10. Chlorella vulgaris (Beyerinck) — Ob, Sw, V
11. Chodatella ciliata (Lemm.) — Ob, Sw
12. „ citriformis (Suvw.) — V
13. „ longiseta (Lemm.) — Ob, Sw, V
14. „ quadriseta (Lemm.) — Ds
15. Coelastrum microporum (Näg.) — Ob, Sw, V
16. „ sphaericum (Näg.) — Sw, V
17. Crucigenia fenestrata (Schmidle) — Ob
18. „ minima (Gay) — Ob, Sw, V, Kb
19. „ rectangularis (Gay) — Ob, Sw
20. „ triangularis (Chod.) — Ob
21. Dictyosphaerium ehrenbergianum (Näg.) — Ob, Sw, V, Kb
22. „ pulchellum (Wood) — Ob, Sw, V
23. Elacothrix gloeocystiformis (Korsch.) — Ob
24. „ lacustris (Korsch.) — Ob, Sw, V
25. „ subacuta (Korsch.) — Ob, Sw
26. Franceia ovalis (Lemm.) — Ob
27. Golenkinia radiata (Chod.) — Ob, V
28. Hyaloraphidium contortum (Korsch.) — Ob, Sw, V, Ds
29. „ rectum (Korsch.) — Ds
30. Lagerheimia genevensis (Chodat) — Ob, V
31. Kirchneriella contorta (Bohlin) — V
32. „ lunaris (Moebius) — Ob
33. „ obesa (Schmidle) — Sw, V
34. „ subsolitaria (G. S. West) — Ob, Sw, V
35. Micractinium bornhemiense (Korsch.) — V
36. „ quadrisetum (G. S. Smith) — Ob, Sw, V, Ds
37. Nephrochlamys subsolitaria (Korsch.) — Ob
38. Nephrocytium aghardianum (Naeg.) — Ob, Sw
39. Oocystis lacustris (Chodat) — Ob, Sw, V, Kb
40. „ div. spec.
41. Pediastrum biradiatum (Meyen) — Ob, V
42. „ boryanum (Menegh.)
+ var. longicorne (Reinsch) — Ob, Sw, V, Du
43. „ duplex var. clathratum (Braun) — Ob, V
„ duplex var. cornutum (Racib.) — V
„ duplex var. reticulatum (Lagerh.) — Ob
44. „ tetras (Ralfs) — Ob, Sw, V
45. Phytelios loricata (Penard) — V
46. „ viridis (Frenzel) — Ob
47. Planktosphaeria gelatinosa (G. M. Smith) — Ob, Sw, Ds, Du, Kb
48. Raphidionema longiseta (Vischer) — Ob, Sw, V, Du, Kb
49. Scenedesmus acuminatus (Chod.)
+ var. biseriatus (Reinsch) — Ob, Sw, V, Du
50. „ bijugatus (Kütz.) — V
51. „ brasiliensis (Bohlin) — Ob, V

52. Scenedesmus denticulatus (Lagerh.) — Ob, Sw, V, Ds
53. „ ecornis var. disciformis (Chod.) — Ob, Sw, V, Ds
54. „ obliquus (Kütz.)
obliquus var. alternans (Christjuk) — Sw, V, Du, Kb
55. „ opoliensis (Richt.) — Ob, Sw, V, Ds
56. „ quadricauda (Breb.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
+ var. dispar (Breb.) — Ob, Sw, V
57. „ tenuispina (Chod.) — V
58. Selenastrum bibraianum (Reinsch) — Ob
59. „ minutum (Collins) — Ob, Sw, V
60. Tetraedron caudatum var. incissum (Lagerh.) — Ob, Sw
61. „ incus (G. M. Smith) — Ob
62. „ limneticum (Borge) — Ob, V
63. „ minimum (Hansg.) — Ob, Sw, V
64. „ muticum (Hansg.) — Ob, Sw, V, Kb
65. „ regulare (Kützing) — Ob
66. „ trigonum var. genuinum (Kirchn.) — Ob, Sw
67. „ trigonum var. setigerum (Lemm.) — Ob
68. Tetrastrum glabrum (Roll.) — Ob, Sw, V
69. Treubaria euryacantha (Korsch.) — V
70. „ triappendicularis (Bernard) — Kb

**Tetrasporales:**

Tetraspora lacustris (Lemm.) — V, Du
„ spec. — Sw.

**Conjugatophyceae:**

Desmidiales:

1. Closterium aciculare (West) — Ob, Sw
2. „ acutum (Breb.) — Ob, Sw, V
+ var. variabile (Lemm.)
+ var. ceratium (Krüger) — Ob, Sw
3. „ dianae (Ehrenbg.) — Ob
4. „ gracile (Breb.) — Ob, V
5. „ leibleinii (Kütz.) — Ob, Sw, V
6. „ moniliferum (Ehrenbg.) — Ob
7. „ parvulum (Näg.) — Ob
8. „ strigosum (Breb.) — V, Du, Kb
9. „ venus (Kütz.) — Ob, V
10. Cosmarium botrytis (Menegh.) — Ob, V
11. „ biretum (Breb.) — Sw
12. „ depressum (Lund) — Ds
13. „ formosulum (Hoffm.) — Ob, V
14. „ granatum (Breb.) — Ob, Sw, V, Kb
15. „ margaritiferum (Menegh.) — Ob
16. „ Meneghini (Breb.) — Ob, Sw, V
17. „ obtusatum (Schmidle) — V

18. Cosmarium phaseolus (Breb.) — Ob, Sw
19. „ quadrifarium (Lund) — V
20. „ reniforme (Arch.) — V
21. „ subcrenatum (Hantzsch) — Ob
22. „ subtumidum (Nordst.) — Ob
23. „ spec. — Du
24. Pleurotaenium ehrenbergii (De Bary) — Ob
25. Staurastrum avicula (Breb.) — Ob, Sw, Ds
26. „ cuspidatum (Gutw.) — Ob
27. „ Dickiei (Ralfs) — Ob
28. „ furcigerum (Breb.) — Ds
29. „ gracile (Ralfs) — Ob, Sw, V
30. „ orbiculare var. depressum (Ralfs) — Ob
31. Xanthidium antilopaeum (Kütz.) — Ds

Zygnematales:
Mougeotia div. spec. — Ob, Sw, V, Du
Spirogyra div. spec. — Ob, V, Du, Kb
Zygnema spec. — Ob

**Euglenophyta: Euglenales**

1. Euglena acus (Ehrbg.) — Ob, Sw, V
2. „ charcowiensis (Swir.) — Ob, V, Ds, Du, Kb
3. „ geniculata (Duj.) — Ob, V, Kb
4. „ Klebsii (Mainx) — Kb
5. „ mutabilis (Schmitz) — Ob
6. „ oblonga (Schmitz) — Kb
7. „ oxyuris (Schmarda) — V
8. „ sociabilis (Dang.) — Kb
9. „ spatyrhyncha (Skuja) — Ob, V
10. „ tripteris (Klebs) — Ob, Sw
11. „ velata (Klebs) — Ob, V
12. „ viridis (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
13. Lepocinclis Marsonii (Lemm.) — Ob
14. „ ovum (Lemm.) — Ob, Sw, V
15. „ Steinii var. suecica (Lemm.) — Ob
16. Phacus acuminatus (Stokes) — Ob, Sw, V, Ds, Du
17. „ ankylonoton (Poch.) — Ob, V
18. „ carinatus (Pochm.) — Ob
19. „ caudatus (Hübn.) — Sw, V, Kb
20. „ curvicauda (Swir.) — Ob, V, Kb
21. „ formosus (Pochm.) — Sw
22. „ glaber (Pochm.) — Ob, Ds
23. „ helicoides (Pochm.) — Ob, Sw
24. „ Lemmermanni (Skv.) — Ob, V, Kb
25. „ longicauda (Duj.) — Sw, V
26. „ makrostigma (Pochm.) — Ob
27. „ mirabilis (Pochm.) — Ob, Sw, V, Ds

28. Phacus orbicularis (Hübn.) — Ob, Sw, V
29. „ platalea (Drez.) — Ob, Kb
30. „ pulcherrimus (Pochmann) — Ob, V
31. „ Schroeteri (Huber-Pest.) — Ob
32. „ Skujai (Skv.) — Kb
33. „ suecicus var. oidion (Pochmann) — Ob, Ds
34. „ tortus (Skv.) — Ob, V
35. „ triqueter (Duj.) — Ob, Ds
36. „ wettsteinii (Dres.) — Kb
37. Strombomonas verrucosa (Defl.) — Ds
38. Trachelomonas abrupta (Swir. em. Defl.) — Ob
39. „ armata (Stein) — Ob
40. „ bacillifera (Playf.) — Ob
41. „ crebea (Kellicott em. Defl.) — Ob, Ds
42. „ curta (Da Cunha em. Defl.) — Ob
43. „ cylindrica (Playf.) — V
44. „ dybowskii (Drez.) — Ob
45. „ granulosa (Playf.) — Ob
46. „ hirta var. duplex (Defl.) — Ob
47. „ hispida (Stein) — Ob, Kb
48. „ intermedia (Dangeard) — Ob, Sw, Du, Kb
var. coronata (Skuja) — Sw
49. „ lacustris var. ovalis (Drez.) — Ob
50. „ Lefevrei (Defl.) — Ob
51. „ manginii (Defl.) — Ob
52. „ oblonga (Lemm.) — Ob
53. „ planctonica var. oblonga (Drez.) — Ob, Ds, Kb
54. „ raciborskii var. nova (Drez.) — Ob, Ds
raciborskii var. incerta (Drez.) — Sw
55. „ rasumovkoensis (Dolgoff) — Ob, Sw, Ds
56. „ superba (Swir. em. Defl.) — Ob
57. „ volvocina (Defl.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
58. „ zorensis (Lef.) — Ob

Epiphyten:

59. Colacium cyclopicola (Bourr.) — V
60. „ elongatum (Playf.) — Ob, Sw, V
61. „ simplex (Hub.-Pest.) — Ob, Sw, V, Du
62. „ vesiculosum (Ehrbg.) — Ob

Farblose Euglenophyten:

63. Astasia inflata (Duj.) — Ob

**Cryptophyceae:**

1. Cryptomonas apendiculata (Schiller) — Kb
2. „ borealis (Skuja) — Ds
3. „ brevis (Schiller) — Ds
4. „ curvata (Ehrbg.) — Sw, V, Ds, Du, Kb

5. Cryptomonas erosa (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
   + var. reflexa (Marsson) — Ob, Sw, V, Du, Kb
6. „ gracilis (Skuja) — Du
7. „ marsonii (Skuja) — Ds, Du
8. „ ovata (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
   + var. curvata (Lemm.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
   + var. sursumextans (Schiller) — Ob, Sw, V
9. „ perimpleta var. cordiformis (Schill.) — Ds, Du
10. „ rostratiformis (Skuja) — V
11. „ vindobonensis (Schiller) — Ds, Du
12. Chroomonas acuta (Uterm.) — Ob, Sw, V, Ds, Du, Kb
13. „ cornu (Schiller) — Ds, Du
14. „ nordstedti (Hansgirg) — Ob, Sw, V, Ds, Du, Kb
15. „ reflexa (Kiss.) — Ob, Du

**Chrysophyta:**

Chrysophyceae:

1. Chromulina freiburgensis (Dofl.) — V, Kb
   Ovale, große Zellen (20×17 $\mu$) zu viert zu Coenobien vereinigt, zwei große, lappenförmige Chromatophoren, massenhaftes Vorkommen im Winter unter dem Eis.
2. Dinobryon bavaricum (Imhof) — Ob, Ds
3. „ cylindricum (Lemm.) Ob, Sw, V, Du
   var. palustre (Lemm.) — Kb
4. „ divergens (Bachm.) — Ob, Sw, V
5. „ sertularia (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
6. „ sociale (Ehrbg.) — Ob, Sw
   var. americanum (Bachm.) — Ob, V
   var. stipidatum (Lemm.) — Ob
7. Kephyrion spirale (Cour.) — Ob
8. „ rubri-claustri (Cour.) — Ob, Sw
9. Kephyriopsis cincta (Schiller) — Sw
10. „ conica (Schiller) — Sw
11. Mallomonas accaroides (Petry) — Ob, Sw
12. „ akrokomos (Ruttner) — Ob, Sw, V, Du, Kb
13. „ caudata (Iwanoff) — Ob, Sw, V
14. „ coronata (Boloch.) — Ob
15. „ coronifera var. Schwemmlei (Glenk) — Ds
16. „ elongata (Reverdin) — Sw, Ds, Du, Kb
17. „ horrida (Schiller) — Sw
18. „ litomesa (Stokes) — Sw, Kb
19. „ regiae — V, Ds
20. „ teilingi (Cour.) — Ob, Sw, Du, Kb
21. „ tonsurata (Teiling) — Ob, Sw, V, Ds
    var. alpina (Krieger) — Ob, Ds
22. Ochromonas ludibundula (Pascher) — V, Kb

23. Pseudokephyrion conicum (Schiller) — Ob
24. „ depressum (Gerl. Schmid) — Ob
25. „ poculum (Cour.) — Ob
26. „ spirale (Gerl. Schmid) — Sw
27. Synura uvella (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
28. Uroglena volvox (Ehrbg.) — Ob, V

**Bacillariophyceae** (Diatomeae):

1. Achnanthes lanceolata (Breb.) — Ob, Sw, V
2. „ minutissima (Kg.) — Ob
3. Amphora ovalis (Kg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
   var. pediculus (Kg.) — Sw, V
4. Anomoeoneis sphaerophora (Pfitz.) — V
5. Asterionella formosa (Hass.) — Ob, Sw
6. Attheya zachariasi (Brun.) — Ob
7. Caloneis amphisbaena (Cl.) — Sw
8. „ silicula (Cl.) — Ob, Sw
9. Cocconeis pediculus (Ehrbg.) — Ob, Sw, V
10. „ placentula (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
11. Cyclotella kützingiana (Thwait) — Ob, Sw, V
12. Cymatopleura elliptica (W. Sm.) — Ob
13. „ solea (W. Sm.) — Ob, Sw, Du
14. Cymbella cistula (Grun.) — Sw, V
15. „ cymbiformis (V. H.) — Ob
16. „ ehrenbergi (Kg.) — Ob, V
17. „ lanceolata (V. H.) — Ob, Sw, V
18. „ leptoceros (Grun.) — Ob
19. „ prostata (Cl.) — Ob, Du
20. „ naviculiformis (Auersw.) — Du
21. Diatoma elongatum (Ag.) — Ob, Sw, V
22. Diploneis elliptica (Cl.) — Ob
23. „ ovalis — Ob, V
24. Epithemia argus (Kg.) — Ob
25. „ zebra (Kg.) — Ob
26. Eunotia acus var. bidens (Grun.) — Ob
27. Fragillaria capucina (Desm.) — Ob, Sw, V
28. „ construens (Grun.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
29. „ pinnata (Ehrbg.) — Ob, Sw, Du, Kb
30. Frustulia vulgaris (Thwait) — Sw
31. Gomphonema acuminatum (Ehrbg.) — Ob, Sw
32. „ angustatum var. produkta (Grun.) — Sw
33. „ augur var. Gautieri (V. H.) — Ob, Sw
34. „ constrictum (Ehrbg.) — Ob, V
    var. capitata (Cl.) — V, Du
35. „ parvulum (Kg.) — Sw, Du, Kb
36. Gyrosigma acuminatum (Rabh.) — Ob, Sw, V, Kb
37. „ attenuatum (Rabh.) — Ob, Sw

38. Gyrosigma kützingii (Cl.) — Ob
39. „ spencerii v. nodifera (Grun.) — Ob
40. Hantzschia amphioxys (Grun.) — Sw
41. Melosira italica (Kg.) — Ob, Sw, V
42. „ varians (C. A. Ag.) — Ob, Sw, V
43. Meridion circulare (Ag.) — Sw
44. Navicula cari Ehrbg.) — Ob
45. „ cryptocephala (Kg.) — Ob, Du
46. „ cuspidata (Kg.) — Ob, V, Du
47. „ gracilis (Ehrbg.) — Ob, Sw, Du
48. „ hungarica v. capitata (Cl.) — Sw, V, Du, Kb
49. „ menisculus (Scherm.) — Sw
50. „ placentula fa. rostrata (A. Meyer) — Sw
51. „ pupula (Kg.) — Ob, Sw, Kb
52. „ radiosa (Kg.) — Ob, Sw
53. „ rhynchocephala (Kg.) — Ob, Sw, Du, Kb
54. „ viridula (Kg.) — Sw, V
55. Nitzschia acicularis (Wsm.) — Ob
56. „ amphibia (Grun.) — Du, Kb
57. „ dissipata (Grun.) — Sw
58. „ hungarica (Grun.) — V, Du
59. „ recta (Hantzsch) — Sw
60. „ sigmoidea (Wsm.) — Ob, V, Kb
61. „ tryblionella (Hantzsch) — Ob
var. levidensis (Grun.) — V, Du
62. Pinnularia gibba (Ehrbg.) — Ob
63. „ major v. transversa (A. G.) — V
64. „ viridis (Ehrbg.) — Ob, V
65. Rhopalodia gibba (Müll.) — Ob
66. Stauroneis phoenicenteron (Ehrbg.) — V
67. Stephanodiscus hantzschii (Grun.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
68. Surirella ovata (Kg.) — Sw, Du
69. „ angustata (Kg.) — Sw, Kb
70. Synedra acus (Kg.) — Ob, Sw, Kb
71. „ capitata (Ehrbg.) — Ob
72. „ acus var. angustissima (Grun.) — Ob, Sw
73. „ pulchella (Kütz.) — Sw
74. „ rumpens (Kg.) — Ob, Sw, Kb
75. „ ulna (Ehrbg.) — Ob, Sw, V, Kb
76. „ ulna var. biceps (Kg.) — Ob
77. „ vaucheriae (Kg.) — Kb

**Xanthophyceae:**

Ophyocytium capitatum (Wolle) — Ob

**Protomastiginae:**

1. Bicoeca socialis (Lauterb.) — V, Kb

2. Salpingoeca frequentissima (Lemm.) — Ob
3. Sphaeroeca volvox (Lemm.) — V, Kb

**Pyrrhophyta:**

1. Amphidinium spec. — Sw, V
2. Ceratium hirundinella fa. robustum (Bachm.) — Ob, Sw
3. Glenodinium spec. — V
4. Gymnodinium excavatum (Nygaard) — V
5. „ Veris (Lindem.) — Ob
„ div. spec. — Ob, Sw, V, Du, Kb
6. Peridinium aciculiferum (Lemm.) — Ob, Sw, V, Du, Kb
7. „ bipes (Stein) — Ob, Sw, V
8. „ borgei (Lemm.) — Ds
9. „ cinctum (Ehrbg.) — Ob, Sw, V
10. „ cunningtonii tab. cont. u. collin. (Lef.)
cunningtonii tab. remot. — Ob, Sw, V, Ds
11. „ palatinum (Laut.) — Ob, Sw, Du, Kb
12. „ quadridens (Stein) — Ds
13. „ Volzii (Lemm.) — Ob

## Literatur


BEUSCHOLD, E.: Limnologische Untersuchungen am Hauptbecken der Seidenbachtalsperre. Int. Rev. Hydrob. 46 (1961).
BICK, H. und SCHOLTYSECK, E.: Ökologische Untersuchungen an Abwasserteichen. Arch. f. Hydrob. 57, 196—216 (1960).
DIMITZ, L.: Chemisch-biologische Untersuchungen am Attersee. Int. Rev. Hydrob. u. Hydrogr. 38, 374—419 (1938).
ELENKIN, A. A.: Mogographia algarum Cyanophycearum aquis dulcium et terrestrium in finibus URSS inventarum. Moskva-Leningrad, 679 S. (1936).
ELSTER, H. J.: Das limnologische Seentypensystem, Rückblick und Ausblick. Int. Ver. Limn., 13, 101—120 (1958).
— Seentypen, Fließgewässertypen und Saprobiensystem. Int. Rev. Hydrobiol. 47, 211 bis 218 (1962).
ETTL, H.: Zur Kenntnis der Klasse Volvophyceae. Alg.-Studien, Prag. S. 207—289 (1958).
FOTT, B.: Das Phytoplankton der Talsperre bei Sedlice. Preslia (Prag), 31, 213—246 (1959).
GEITLER, L.: Cyanophyceae. Süßwasserflora 12, 1—481 (1925).
GERLOFF, G. C. and SKROOG, F.: Nitrogen as a Limiting Factor to The Growth of Microcystis aeruginosa. Ecology 38, 556—561 (1957).
GESSNER, Fr.: Der Chlorophyllgehalt der Seen als Ausdruck ihrer Produktivität. Arch. Hydrobiol. 40, 687—732 (1944).
— Hydrobotanik II. Berlin. 701 S. (1959).
GLENK, H.-O.: Die jahreszeitlichen Schwankungen des Phytoplanktons im Dechsendorfer Weiher bei Erlangen. Sitzungsber. med.-phys. Soc. Erlangen, Bd. 77 (1956).
— Mallomonas schwemmlei, eine neue Chrysomonade aus dem Plankton eines fränkischen Teiches. Ber. dt. Bot. Ges. 69, 189—192 (1956).
— Phytoplanktonuntersuchungen auf wissenschaftlicher Grundlage. Mikrokosmos (1962).
GRIM, J.: Versuche zur Ermittlung des Produktionskoeffizienten einiger Planktophyten in einem flachen See. Biol. Zentralblatt, 69, 147—174 (1950).
HUBER-PESTALOZZI, G.: Das Phytoplankton des Süßwassers, Bd. 1—5 (1938—1961).
JÄRNEFELT, H.: Über die Sedimentation des Sestons. Verh. int. Verein. Limn. 12 (1955).
JAKOB, W.: Die Algenflora der Umgebung von Tübingen. Diss. Tübingen (1934).
JÖRGENSEN, E. G.: Diatom Periodicity and Silicon Assimilation. Dansk Bot. Arkiv, 18, 1—54 (1957).

KICK, H.: Die Algenflora des Rißgebietes. Diss. Tübingen (1931).
KNÖPP, H.: Über die Situation und Entwicklungstendenzen der Saprobiologie. Int. Rev. Hydrob. 47, 85—99 (1962).
KOLKWITZ, R. u. MARSSON, M.: Ökologie der pflanzlichen Saprobien. Ber. d. dt. Bot. Ges. 26 a, 505—519 (1908).
KOMAREK, J.: Die taxonomische Revision der planktischen Blaualgen der Tschechoslowakei. Alg.-Studien, S. 10—206 (1958).
KORSCHIKOV, O. A.: Viznacnik prisnovodnih vodorostej ukrajinskoj RSR, 5, Protococcineae, Kijev, 439 S. (1953).
LEFEVRE, M. et al.: Auto- et heteroantagonisme chez les algues d'eau douce. Ann. St. Hydr. Apl. 4, 197 S. (1952).
LIEBMANN, H.: Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. München, Bd. 1, 539 S. (1951).
LUND, J. W. G.: The Dynamics of Diatom Outbursts, With Special Reference to Asterionella. Int. Ver. Limn. 10, 275/76 (1949).
NAUMANN, E.: Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer 11, 123 bis 133 (1932).
OHLE, W.: Organische Kolloide in ihrer Wirkung auf den Stoffhaushalt der Gewässer. Naturwiss. 23, S. 480 (1935).
— Kolloidgele als Nährstoffregulatoren der Gewässer. Naturwiss. 25, 471 (1937).
— Der Vorgang rasanter Seenalterung in Holstein. Naturwiss. 40, S. 153 (1952).
PASCHER, A. LEMMERMANN, E. u. BUNNTHALER, J.: Chlorophyceae II, Süßwasserflora 5, 1—250 (1915).
RODHE, W.: Environmental Requirements of Fresh-Water Plancton Algae. Symb. bot. Upsalienses 10, 1 (1948).
— Primärproduktion und Seentypen. Verh. Ver. Limn. 13, 121—141 (1958 b).
— Can Plancton Production Proceed During Winter Darkness in Subarctic Lakes? Verh. Ver. Limn. 12 (1955).
SCHILLER, J.: Untersuchungen an den planktischen Protophyten des Neusiedler Sees. Wiss. Arb. aus dem Burgenland I u. II (1955/57).
SCHMIDT-RIES, H.: Ausgewählte Kapitel aus der limnologischen Forschungsmethodik. Gewässer u. Abwässer (1953).
SKUJA, H.: Taxonomie des Phytoplanktons einiger Seen in Uppland, Schweden. Sym. Bot. Uppsal., 9, 1—399 (1948).
— Taxonomische und biologische Studien über das Phytoplankton schwedischer Binnengewässer. Nova Acta Reg. Soc. Sci, Uppsala, 16, 1—404 (1956).
SLADECEK, V.: A Note on The Phytoplancton-Zooplankton Relationship. Ecology, 39. 557—559 (1958).
THUNMARK, S.: Zur Soziologie des Süßwasserplanktons. Folia Limnologica Scand. 3, 1—66 (1945).
VOLK, R.: Die bei der Hamburger Elbuntersuchung angewandten Methoden zur quant. Ermittlung d. Plankt. Mitt. d. Nat.-wiss. Museums Hamburg 13, 135 S. (1901).
WEIMANN, R.: Chemisch-biologische Untersuchungen an einem Teich. Arch. f. Hydrob. 28, 619—656 ((1935).
— Planktonuntersuchungen in schles. Karpfenzuchtgebieten. Z. f. Fischerei, 36, 109 bis 184 (1938).
— Über Plankton, Düngung und Fischerträge in niederschl. Karpfenteichen. Arch. Hydrob. 34, 659—693 (1939).
— Zur Gliederung und Dynamik der Flachgewässer. Arch. f. Hydrob. 38. 481—524 (1942).
WEST, W. u. WEST, G. S.: A Monograph of The British Desmidiaceae. Vol. 1—5, London (1904—1923).
WUNDER, W., UTERMÖHL, H. u. OHLE, W.: Untersuchungen über die Wirkung von Superphosphat bei der Düngung großer Karpfenteiche. Z. f. Fischerei 33, 555—613 (1935).
ZELLER: Der Einschluß in Glycerin. Z. f. wiss. Mikroskopie 58 (1941/42).
ZIMMERMANN, M.: Photometrische Metall- und Wasseranalysen. Stuttgart (1954).

Anschrift des Verfassers: R. Schmid, 8520 Erlangen, Hoffmannstr. 85, bzw. Botan. Institut.

# Lebenslauf

Am 29. September 1938 wurde ich, Reinhard Volkmar Schmid, in Bad Schlag bei Gablonz als Sohn des Lehrers an der Handelsakademie Gablonz, Karl Schmid, und seiner Ehefrau Gertrud, geb. Queiser, geboren.

Nach 4 Klassen Volksschule besuchte ich zunächst die Oberrealschule in Ansbach/Mfr., wo mein Vater nach der Austreibung aus dem Sudetenland eine neue Stellung gefunden hatte, schließlich die OR Passau, wohin mein Vater versetzt wurde.

Im Juni 1957 legte ich dort die Reifeprüfung ab, und konnte im WS. 1957/58 mein Studium der Naturwissenschaften (Botanik, Zoologie, Geographie, Chemie) zunächst an der Phil.-Theol. Hochschule Passau mit dem Chemiepraktikum beginnen.

Die nun folgenden Semester, ab SS 1958 bis SS 1963, studierte ich in Erlangen, wo mir Prof. Schwemmle im Herbst 1959 das Thema der Promotionsarbeit überließ, und wo ich mich im Jahre 1963 dem Staatsexamen für das Höhere Lehramt in Pädagogik, Biologie, Geographie und Chemie unterzog.

Meine wissenschaftliche Ausbildung verdanke ich folgenden Herren Professoren und Dozenten:

Erlangen:

Behrens, Berninger, Blüthgen, Fleischmann, v. Freyberg, Gaukler, Haupt, Haustein, Hesse, Höhl, Matthes, Meuwsen, Neuhaus, Osche, Scheuerl, Stammer, Schwemmle, Wirth, Wunder.

Passau:

Eser, Grasser, Hanselmeier, Vogel.

Erlangen, 24. September 1963

Reinhard Schmid